



Република Србија
Аутономна покрајина Војводина
Покрајински секретаријат
за енергетику и минералне сировине



Универзитет у Новом Саду
Факултет техничких наука

МОГУЋНОСТИ КОМБИНОВАНЕ ПРОИЗВОДЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ И ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ ИЗ БИОМАСЕ У АП ВОЈВОДИНИ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
тел: +381 21 485 2050
фах: +381 21 458 133
www.ftn.ns.ac.yu



Нови Сад, април, 2008.



Republika Srbija
Autonomna pokrajina Vojvodina
Pokrajinski sekretarijat
za energetiku i mineralne sirovine



Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka

MOGUĆNOSTI KOMBINOVANE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE I TOPLOTNE ENERGIJE IZ BIOMASE U AP VOJVODINI

Novi Sad, april, 2008.



Ova publikacija predstavlja skraćenu verziju studije

MOGUĆNOSTI KOMBINOVANE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE I TOPLOTNE ENERGIJE IZ BIOMASE U AP VOJVODINI

Izdavač

Fakultet tehničkih nauka
u Novom Sadu

Glavni i odgovorni urednik izdanja

Prof. dr Ilija Čosić, dekan

Urednik

Prof. dr Milan Martinov

Tehnički urednik

Mr Đorđe Đatkov

Studiju je realizovao tim u sastavu

Prof. dr Milan Martinov, rukovodilac

Mr Đorđe Đatkov

Prof. dr Gordana Dragutinović

Prof. dr Miladin Brkić

Prof. dr Ivan Pešenjanski

Doc. dr Branislav Veselinov

Mr Ferenc Kiš

Stanica Milojević Veselinov, dipl. inž.

Prof. dr Miloš Tešić

Mr Damir Đaković

Lektor

Radmila Brkić

Design & prepress

dr Lazar Lazić, Lazarus,

www.lazarus.co.yu

Štampa

Daniel Print

Tiraž

500

Zainteresovanima publikacija je dostupna u Pokrajinskom sekretarijatu za energetiku i mineralne sirovine u elektronskoj verziji (na CD) i na veb-sajtu Sekretarijata

Izradu Studije i skraćene verzije finansirao je

Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine IV AP Vojvodine

U Studiji i ovoj publikaciji, korišćen je deo podataka koji je deo studije *Tehničko-ekonomska ocena korišćenja biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije*, koju je finansiralo Ministarstvo nauke Republike Srbije, evidencioni broj projekta 273020.



SADRŽAJ

1. Motivacija i ciljevi.....	5
2. Karakteristike i zrelost tehničkih rešenja za kogeneraciju biomase	8
3. Iskustva u zemljama EU i okruženja	12
4. Ekonomski pokazatelji primene biomase za kogeneraciju	17
5. Potencijali biomase za kogeneraciju u Vojvodini	21
6. Perspektive primene biomase za kogeneraciju	26
7. Potencijalni podsticajni fondovi.....	34
8. Zaključci	37





1. MOTIVACIJA I CILJEVI

Šta je kogeneracija?

Kogeneracija je pojam koji označava kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije. Ukoliko se toplotna energija apsorpcionim uređajima koristi i za hlađenje, na primer u letnjim mesecima, to se naziva trigeneracija. Uvođenjem mogućnosti hlađenja proširuje se broj časova angažovanja u toku godine, te potencijalno doprinosi ostvarenju povoljnijih ekonomskih efekata.

Kogeneracija se na engleskom govornom području najčešće naziva *Combined Heat and Power*, skraćena CHP. Na nemačkom govornom području naziv je *Kraft-Wärme-Kopplung*, KWK. Ukoliko je reč o manjem kompaktnom postrojenju, pre svega, pri korišćenju tečnog ili gasovitog goriva, koristi se i naziv *Block-Heiz-Kraft-Werke*, BHKW. Kod nas se koristi i skraćena KPE-TE, postrojenje za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije.

Poznato je da kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije može da se poveća ukupni stepen korisnosti primarne energije goriva, koji u nekim slučajevima dostiže i preko 85%. Savremeni kotlovi, na primer na prirodni gas, takođe dostižu stepen korisnosti i preko 90%. Sa druge strane, pri proizvodnji električne energije stepen korisnosti u termoenergetskim postrojenjima retko je iznad 35%. Osnovni smisao kogeneracije jeste da se podrži proizvodnja električne energije time što se deo primarne energije goriva, koji nije moguće transformisati u električnu, iskoristi za grejanje ili hlađenje.

Značaj primene kogeneracije uočen je u Evropskoj uniji, te su Direktivom 2004/8/EC definisane mere i podsticaji koje zemlje članice moraju da sprovedu radi postizanja boljeg iskorišćenja primarne energije uvođenjem kogeneracije, gde god je to moguće i ekonomski opravdano.

Zašto kogeneracija na bazi biomase?

Smanjenje zaliha mineralnih izvora energije – nafte, prirodnog gasa i uglja je evidentno. Poslednjih decenija društvo je postalo svesno negativnih efekata koje izaziva debalans CO₂ i drugih gasova, koji stvaraju efekat staklene bašte, takozvani GHG (*Greenhouse Gases*). Rešenje se vidi u povećanju energetske efikasnosti u svim segmentima i većem korišćenju novih i obnovljivih izvora energije (NOIE), među kojima biomasa zauzima prvo i najznačajnije mesto. Pri tome pojam biomasa obuhvata čvrstu (ostatke poljoprivredne proizvodnje i poljoprivredne proizvode, drvenu masu, ostatke šumarstva i prerade drveta,



ostatke raznih prerada, čvrsti komunalni otpad...), tečnu (biljna ulja, biodizel, bioetanol i tečne ostatke prerade) i gasovitu (biogas) materiju.

Najpre je rešavan jednostavniji zadatak, da se obnovljivi izvori energije koriste za dobijanje toplotne energije, za grejanje i procesne potrebe. Poslednjih godina sve više se podstiče proizvodnja najplemenitijeg oblika energije, električne energije. Dosadašnja iskustva pokazala su da je proizvodnja električne energije vetrogeneratorima i korišćenjem fotovoltaičnih ćelija skupa i zavisi od raspoloživosti tih izvora. Pored korišćenja energetskih potencijala vodonika, biomasa je najznačajniji potencijalni obnovljivi izvor, iako se ona već masovno koristi kao izvor toplotne energije, a sve veća je i primena za transportna sredstva, kao goriva za motore s unutrašnjim sagorevanjem. U tom smislu, kombinovana proizvodnja električne i toplotne energije, kogeneracija pa i trigeneracija, predstavljaju povoljan tehnički i ekonomski način primene.

Dosadašnji rezultati korišćenja biomase za kogeneraciju u razvijenim zemljama pokazali su da je cena električne energije viša od one koja se dobija korišćenjem fosilnih goriva. Ipak, prvenstveno zbog zaštite životne sredine, Evropska unija proklamovala je obavezu korišćenja OIE. To je definisano takozvanom *Belom knjigom*, a realizacija je podstaknuta podsticajnim merama. *Belom knjigom* definisano je da EU do 2010. ostvari udeo primarne energije obnovljivih izvora energije od najmanje 12%. U javnosti je manje poznato da je posebnom direktivom predviđeno da udeo električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora dostigne 22,1%.

Da bi se taj cilj ostvario u većini zemalja EU uvedene su posebne cene za takozvanu „zelenu“ električnu energiju (*Feed-in* tarifa), sistem kvota, zelenih sertifikata, itd.

Konsekvence za Srbiju i AP Vojvodinu

Republika Srbija je, kao i sve druge zemlje Zapadnog Balkana, koje su zainteresovane za prijem u EU, potpisala Memorandum o integraciji u energetsko tržište EU. Na taj način prihvatila je obavezu da sledi politiku i programe EU. Da bi se to ostvarilo, moraju da se donesu mere za podsticanje proizvodnje električne energije korišćenjem biomase, odnosno da se pomogne u definisanju nacionalne strategije, ali i pojedinim subjektima koji u ovu oblast žele da ulože.

Pored ove već jasno definisane državne obaveze, cilj je da se proširi proizvodnja električne energije korišćenjem vlastitih materijalnih resursa, smanji zavisnost od uvoza i poveća zapošljavanje stanovništva. Kogeneracija na bazi biomase primenjivaće se, u najvećem broju slučajeva, za proizvodnju toplotne energije za grejanje, pa će i proizvodnja električne energije na bazi biomase biti najznačajnija u tom periodu kada je i potrošnja najveća. Tako bi se s uvođenjem kogeneracije ostvarilo i više državnih strateških ciljeva.



Da bi se odabrala prava rešenja potrebno je da se sagleda stanje u razvoju, ali i da se sagleda koja goriva i koji korisnici mogu da ostvare najbolje ekonomske efekte, odnosno da podsticaji od države budu što manji.

U Vojvodini su najzastupljeniji biljni ostaci poljoprivredne proizvodnje. U novije vreme sve više se proizvode biljke uljarice u nameri da se dobije tečna biomasa koja bi se koristila kao gorivo. AP Vojvodina je svojim planom energetskog bilansa predvidela udeo čvrste biomase, pre svega žetvenih ostataka, sa 35.000 TJ toplotne i 360 GWh električne energije godišnje. Plan proizvodnje električne energije verovatno neće biti ispunjen, ali je dobro da se računa i na ovaj izvor, jer to obavezuje na intenzivnije aktivnosti u budućnosti.

Ciljevi studije

- Da stručnoj i široj javnosti predoči značaj uvođenja kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije korišćenjem biomase, kao goriva,
- da se razmotre tehnologije za kogeneraciju na bazi biomase i oceni njihova zrelost za primenu u praksi,
- da sagleda potencijale biomase za kogeneraciju u Vojvodini,
- da definiše ograničenja i barijere,
- da dâ osnove za ekonomsko ocenjivanje kogenerativnih postrojenja,
- da dâ smernice za uvođenje podsticajnih i zakonskih mera sa ciljem da se u uslovima u Vojvodini ostvare optimalni uslovi za korišćenje,
- da se sagleda mogućnost korišćenja evropskih i drugih fondova za gradnju kogeneracijskih postrojenja sa primenom biomase, a pre svega demonstracionih,
- da se dobiju dobre osnove za sačinjavanje planova u ovoj oblasti na nivou Vojvodine.

Pojmovi i definicije

U narednim poglavljima koristiće se sledeće definicije i pojmovi:

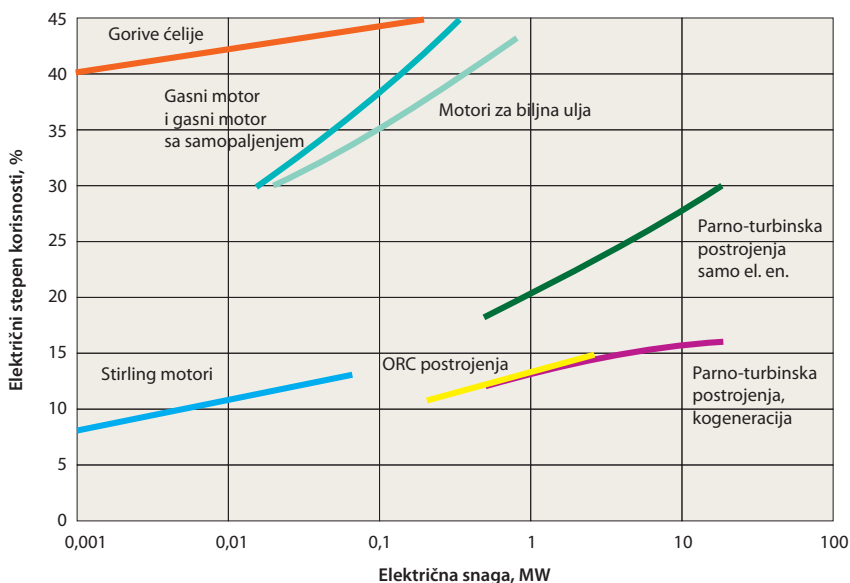
1. „Snaga“ goriva – označava snagu na bazi primarne energije goriva, odnosno, predstavlja primarnu energiju goriva koje se utroši u jedinici vremena.
2. Nominalna, nazivna ili ukupna snaga – termodinamička snaga kotla ili ukupna snaga postrojenja – predstavlja zbir izlaznih snaga i gubitaka unutar procesa (bez gubitaka samog kotla).
3. Električni stepen korisnosti – označava udeo proizvedene električne energije u odnosu na primarnu energiju goriva.
4. Termički stepen korisnosti – označava udeo korisne ili potencijalno korisne toplotne energije procesa u odnosu na primarnu energiju goriva.
5. Ukupan stepen korisnosti – označava zbir električnog i termičkog stepena korisnosti.



2. KARAKTERISTIKE I ZRELOST TEHNIČKIH REŠENJA ZA KOGENERACIJU BIOMASE

U Studiji, datoj u prilogu, detaljno su prikazana tehnička rešenja primenljiva za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije iz biomase. Na osnovu tih podataka sačinjen je prikaz područja primene pojedinih postupaka i maksimalno mogući udeo proizvedene električne energije u odnosu na primarnu energiju goriva, kao i električni stepeni korisnosti, sl. 2.1. Očigledno je da porastom električne snage rastu i stepeni korisnosti. Najviši stepeni korisnosti postižu se za gorive ćelije, a najniži za kogenerativna postrojenja sa Stirling motorom. Gorive ćelije imaju najviši stepen korisnosti, ali i najvišu cenu goriva.

U praksi su električni stepeni korisnosti obično niži, a njihova vrednost pri mnogim procesima zavisi od toga čemu se daje prioritet, tj. da li je proces vođen u nameri da se proizvodi električna ili toplotna energija. To je tipično za parno-turbinska postrojenja, kod kojih se, za najveće snage, dostiže ukupni stepen korisnosti i do 80 (po nekim izvorima i 85%). U praksi su, prema nemačkim izvorima, identifikovani sledeći slučajevi:



Sl. 2.1 Područja električnih snaga i električnih stepeni korisnosti pojedinih postupaka kogeneracije sa korišćenjem biomase



- ako se koristi do 10% otpadne toplote kružnog procesa, odnosno toplotne energije, ukupni stepen korisnosti je do 35%,
- ako se koristi do 30% maksimalno raspoložive toplotne energije, ukupni stepen korisnosti je oko 46%,
- ako se koristi do 50% raspoložive toplotne energije, ukupni stepen korisnosti je oko 58%,
- ako se koristi 70% raspoložive toplotne energije ukupan stepen korisnosti je oko 68%.

To objašnjava i razlike u stepenu korisnosti između postrojenja koje proizvodi samo električnu energiju i kogenerativnog (zelena i braon linija na sl. 2.1). Dakle, u slučaju *korišćenja* toplotne energije električni stepen korisnosti opada i to u meri u kojoj je proces usmeren ka tome da se ostvari što viši ukupni stepen korisnosti i proizvede što više toplotne energije.

Vrlo visoki električni stepeni korisnosti ostvaruju se za gasne i gasne motore sa samopaljenjem, kao i za dizel motore namenjene za biljna ulja.

U tab. 2.1 sumarno su prikazane osnovne karakteristike sistema za kogeneraciju, primenljivih za biomasu.

Tab. 2.1 Osnovne karakteristike sistema za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije

Sistem	Prednosti	Nedostaci	Q/E ¹	$\eta_{e,r}$, % η_{ur} , %	Uobičajene snage, MW _e
Parno-turbinska postrojenja	Visoki ukupni stepeni korisnosti; može da se koristi bilo koje gorivo; mogućnost zadovoljenja različitih potreba za toplotnom energijom; dug radni vek; visoka pouzdanost; može da se varira odnos proizvodnje električne i toplotne energije.	Spor start; nizak odnos proizvedene električne u odnosu na toplotnu energiju. Nepovoljne performanse u slučaju promene režima rada.	2:1 do 7:1	10–28 do 80	0,5–250
ORC postrojenja	Dobra kompaktnost postrojenja; niski troškovi održavanja, visok stepen automatizacije.	Visoke investicije; nizak električni stepen korisnosti.	4,5:1 do 5:1	15 do 70	0,005–3
Stirling motori	Širok opseg toplotnih izvora; jednostavnija konstrukcija od drugih tipova motora.	Količina radne materije s vremenom se smanjuje, usled procesa difuzije. Nizak električni stepen korisnosti, mala specifična snaga.	5,5:1 do 6:1	10–15 do 85	<0,1



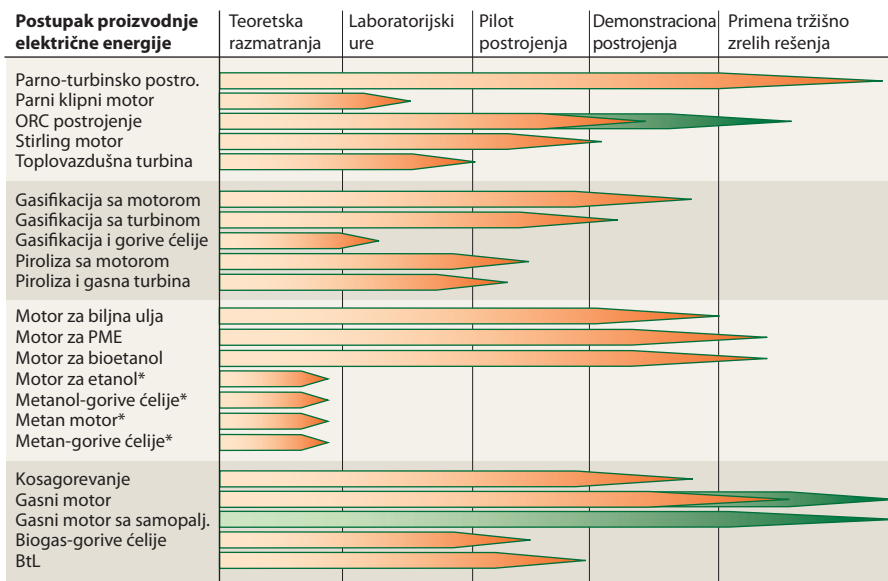
Sistem	Prednosti	Nedostaci	Q/E ¹	η_e , % η_{ur} , %	Uobičajene snage, MW _e
Toplovazdušne turbine	Mogućnost upotrebe bilo koje vrste goriva; vazduh nakon izlaska iz procesa može da se upotrebi za direktno sušenje.	Zahtev za posebnim materijalima. U fazi razvoja.		10–30	0,03–0,25
Motori na biljna ulja	Visoki stepeni korisnosti; jednostavno rukovanje; širok opseg snaga. Povoljan i za niže snage.	Upotreba goriva visoke cene, zahteva redovno održavanje.	1:1 do 1,3:1	30–43 65–85	0,05–5
Gasni motori (biogas)	Visoki stepeni korisnosti. Povoljan i za niže snage.	Viša cena goriva.	1:1 do 1,3:1	39–42 85	0,25–2,5
Gasni motori sa samopaljenjem	Brz start; visok stepen električne korisnosti pri smanjenim opterećenjima. Povoljan i za niže snage.	Visoki troškovi održavanja. Visoka cena goriva.	1:1 do 1,3:1	30–45 65–85	0,05–5
Gasne turbine	Visoka pouzdanost; mala emisija; toplota visoke temperature; ne zahteva hlađenje.	Nizak električni stepen korisnosti pri niskim opterećenjima; potencijalni zastoji; visoki troškovi održavanja; visoke investicije.	1,5:1 do 5:1	22–36 70–75	0,5–250
Mikroturbine	Mogućnost upotrebe svih vrsta goriva; brz start; pouzdanost u radu.	Visoka cena; nizak električni stepen korisnosti u poređenju sa gasnim turbinama.	4:1 do 1,2:1	15–30 65–75	0,015–0,35
Gorive ćelije	Niska emisija; visoki stepeni korisnosti pri svim opterećenjima.	Visoka vrednost investicije; kratak radni vek; korišćenje skupog goriva.	0,5:1 do 1:1	40–70 80–90	0,01–100

¹ Q/E - odnos proizvedene toplotne i električne energije

Na sl. 2.2 prikazana je zrelost rešenja. Dijagram je sačinjen na bazi dva izvora literature, iz 2000. i 2007. godine. Uočava se da su neki postupci u toku šest godina dostigli viši nivo zrelosti.

Brzi razvoj u ovoj oblasti ogleda se u tome da su čak tri rešenja u ovom relativno kratkom periodu dostigla nivo zrelosti za praksu, postrojenje sa ORC (*Organic Rankine Cycle*) procesom, gasni motor i gasni motor sa samopaljenjem (*Zündstrahlmotor, Pilot Injection Gas Engine*). Očekuje se da će narednih godina veći broj drugih tehnologija dostići nivo zrelosti za primenu u praksi.

Sledeći postupci mogu da se smatraju zrelim za primenu u komercijalne svrhe: parno-turbinska postrojenja i postrojenja s ORC procesom za čvstu biomasu, postrojenja za kogeneraciju s motorom na biljna ulja i metilestre biljnih ulja, te gasni motor i gasni motor sa samopaljenjem.



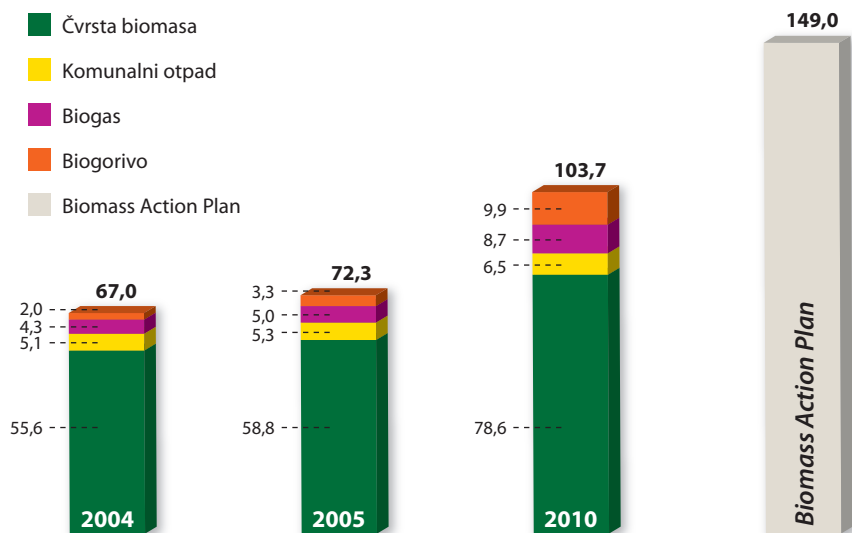
* Primena za biomasu

SI. 2.2 Stepen razvoja pojedinih postupaka za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije iz biomase, pregled 2000. godine –naranđastom bojom, dodatni postupci i unapređena zrelost 2007. godine – zelenom bojom



3. ISKUSTVA U ZEMLJAMA EU I OKRUŽENJA

Korišćenje biomase u energetske svrhe definisano je sa više javnih dokumenata Evropske unije. Najsveobuhvatnije je definisano u *Biomass Action Plan*, donetom i publikovanom 2005. Između ostalog, ovaj dokument predviđa stalno praćenje realizacije postavljenih ciljeva. Na sl. 3.1 prikazan je jedan od izvještaja ostvarenja plana na nivou EU.



Sl. 3.1 Poređenje postojećeg trenda porasta korišćenja biomase u Evropskoj uniji i vrednosti zacrtane prema *Biomass Action Plan*, u milionima tona ekvivalentne nafte (mtoe)

Zemlje EU prikazane su po površinama i broju stanovnika, te podaci, ukoliko se to ne uzme u obzir, nisu uporedljivi i primenljivi na slučaj Srbije i Vojvodine. Takođe, u nekim zemljama dominira drvena biomasa, tipično Finska, Švedska i Austrija, a u nekima biljni ostaci, tipična je Danska. Te zemlje su po površini i broju stanovnika uporedive sa Srbijom, te su stoga odabrane za poređenje, tab. 3.1.

Svaka od u tabeli navedenih zemalja procenjuje koji od NOIE je najpovoljniji za primenu i njegovu primenu stimuliše. Finska i Švedska, sa izuzetno velikim prirodnim bogatstvom u šumskom drvetu, planiraju značajnu proizvodnju električne energije iz ovog obnovljivog izvora. Danska i Austrija su zemlje sa razvijenom poljoprivrednom proizvodnjom, pa u njihovim planovima korišćenja biomase značajno mesto imaju poljoprivredni ostaci, a tako-



Tab. 3.1 Osnovni podaci o zemljama EU slične veličine i Srbije, proizvodnja energije i energije na bazi biomase (Godišnjak Statističkog zavoda Srbije, 2003)

	Jedinice / Mere	Austrija	Danska	Srbija bez K i M	Švedska	Finska
Površina	1.000 km ²	83,9	43,1	77,5	450	338
Stanovništvo	milijon	8,1	5,3	7,5	8,9	5,2
Obradivo zemljište	1.000 km ²	14,0 (17%)	26,8 (62%)	42,5 (55%)	28,0 (6%)	21,3 (6%)
Šumsko zemljište	1.000 km ²	37,8 (45%)	4,3 (10%)	23,2 (30%)	301 (67%)	230 (68%)
Proizvodnja žitarica (pšenica + kukuruz)	1.000 tona	1.285 + 1.730	NP	2.035 + 6.135	1.780	NP
Proizvodnja rezane građe	1.000 m ³	10.150	375	900	14.700	12.900
Ukupna proizv. elektr. en.	106 kWh	60.300	36.240	32.080	145.900	70.000
Potrošnja primarne energije	Mtoe	28,6	19,5	13,4	47,5	33,1
Potrošnja fosilnih goriva	Mtoe	21,9	17,2	12,4	16,6	18,2
Potrošnja biomase	Mtoe	3,1	1,7	0,8 ¹⁾	8,3	6,7

¹⁾ Procena za Srbiju (komentar: nepotpuna, jer ne postoje podaci korišćenja za grejanje domaćinstava)

de i korišćenje biogasa iz stajnjaka. Danska planira da do 2010. godine učešće električne energije iz biomase bude 7,2% u ukupnoj potrošnji električne energije, odnosno 2.600×10^6 MWh/god, dok bi u Austriji to trebalo da bude 3%.

Da bi ostvarili postavljene ciljeve u proizvodnji električne energije iz biomase, navedene zemlje su usvojile odgovarajuće podsticajne finansijske mere. Finansijske mere se odnose kako na pokrivanje dela investicionih troškova, tako i na povećanu, tj. „povlašćenu“ otkupnu cenu proizvedene električne energije.

Veći broj zemalja Srednje i Istočne Evrope koje odnedavno pripadaju Evropskoj uniji imaju značajne energetske potencijale u biomasi. Među njima za nas su najinteresantnije Mađarska, Bugarska, Slovenija, Slovačka, Češka, a takođe i Hrvatska. Po svom standardu, privrednoj razvijenosti i primenjenosti tehničkih dostignuća, one su mnogo bliže nego prethodno analizirane razvijene zemlje Unije. Sažet prikaz cena otkupa „zelene“ električne energije dat je u tab. 3.2.

Analizirajući energetske potencijal, zavisnost od uvoza, uticaj na bruto nacionalni dohodak i druge energetske i ekonomske parametre dolazi se do zaključka da, ako u Srbiji zaista želi da se podstakne izgradnja kogenerativnih postrojenja na biomasu, morala bi da se uvede cene otkupa električne energije na sličnom nivou, kao što su uvele zemlje srednje i istočne Evrope.

Iskustva u Nemačkoj ukazuju na svrsishodnost uvođenja selektivnih cena, koje su takve da podstiču investiranje u ovu oblast za razne uslove. Tako, na primer, cena električne energije viša je za manja postrojenja, a višom cenom stimuliše se korišćenje biomase koja je skuplja, jer se njenom primenom više doprinosi očuvanju životne sredine. Tipičan primer su stimulativne mere za korišćenje



Tab. 3.2 Otkupne cene električne energije proizvedene u postrojenjima na biomasi

€/kWh	Hrvatska	Slovenija	Mađarska	Poljska	Slovačka	Češka
Dužina trajanja ugovora	12 god.	kvota	do 2010.	Green certif.	1 god.	15 god.
Snage do 1 MWe	12 – 16	9,4 + 5,6	11 i 9,7 €/kWh	do 10 MW 8,4 €/kWh	8,0 € nova postrojenja 6,0 € pre 2005.	8,3 € nova postrojenja 5,9 € pre 2005.
Snage preko 1 MWe	11 – 14	9,1 + 5,4				

biogasa i biljnih ulja. Ukoliko postoje indirektni pozitivni efekti, na primer produženje perioda korišćenja, uvode se dodatni podsticaji, povećanje cena. Tipičan primer je korišćenje kosupstrata za proizvodnju biogasa, čime se povećava proizvodnja u toku zimskog perioda, kada su energetske potrebe veće.

Kao što je programima EU zacrtano, efekti podsticaja stalno se prate. Ukoliko se uoči da za neku vrstu biomase, ili tip postrojenja, cena treba da se smanji ili poveća, to se menja. Pri tome promena na manje ne važi za one objekte s kojima je prethodno sačinjen ugovor, kojim je cena garantovana za definisani period.

U Nemačkoj se primenjuje i tehnološki bonus. To je dodatak, uglavnom 2 €/kWh, kojim se stimuliše uvođenje novih tehnologija, odnosno tehničkih rešenja. Ovom merom podstiče se plasman novih, inovativnih, rešenja, koja su, po pravilu, bar u početku skuplja, jer je proizvođač investirao u razvoj. Odluka o stavljanju nekog rešenja na listu naprednih, donose nadležni organi na osnovu stručnih ocena.

Da bi se toplotna energija dobijena kogeneracijom iskoristila za toplifikaciju u najvećem broju slučajeva mreža vrelovoda je razučena i dugačka. Cena vrelovoda najčešće je iznad 50 € po dužnom metru. Subvencije za gradnju vrelovoda u okviru kogenerativnih postrojenja koja koriste biomasu može da bude značajna podsticajna mera. U Nemačkoj je visina subvencija za gradnju vrelovoda 25 € po dužnom metru.

Iako bi povećanjem broja instalisanih postrojenja trebalo očekivati da se vrednost opreme snižava, uočena je suprotna tendencija. Usled visokih subvencija i popularnosti ulaganja u postrojenja za korišćenje NOIE, pa tako i kogeneraciju, došlo je do porasta cena opreme. Cene su poslednjih godina gotovo udvostručene. Moglo bi da se zaključi da realno ne postoji potreba za visokim subvencijama. Međutim, razlozi za uvođenje subvencija su višestruki. Jedan razlog za uvođenje visokih subvencija je pomoć proizvođačima energije, a drugi, vrlo bitan razlog je taj, što se povećanom cenom opreme stimulišu proizvođači opreme da ulažu u razvoj i stiču pozicije na perspektivnim tržištima. Dakle, pri uvođenju subvencija za kupovinu opreme treba da se razrađe selektivne mere, odnosno da se podstiče domaća proizvodnja.

Opšti je utisak da uvođenje adekvatne cene „zeleno“ električne energije ima više efekata od subvencioniranja investicije.



Zatim slede primeri kogenerativnih postrojenja koja koriste biomasu iz Austrije i Nemačke, a koji su detaljno opisani u celovitoj verziji studije.

Kogeneracija na bazi čvrste biomase –Güssing, Austrija

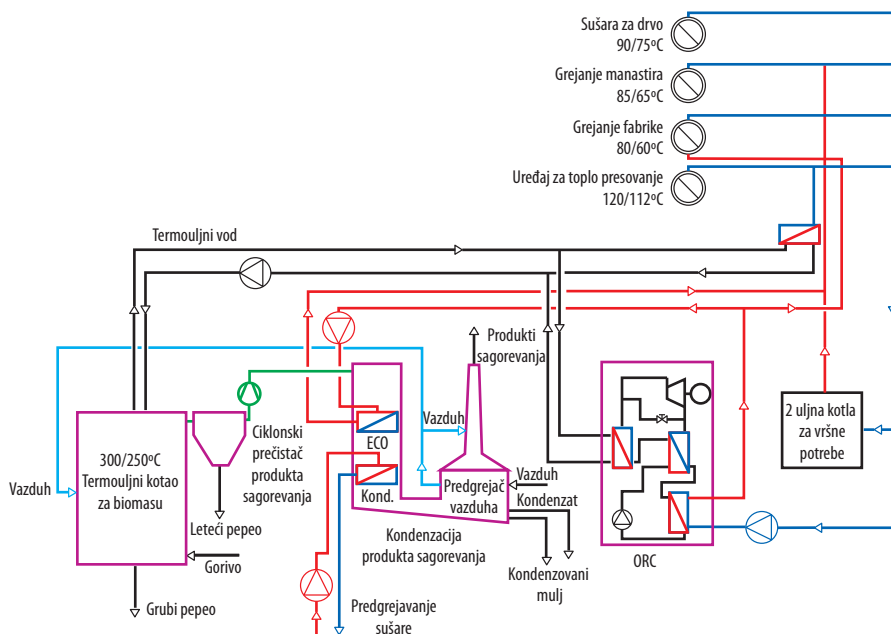
Gorivo je drveni iver, vlažnosti 20 do 30% (60%) i otpaci drvne industrije. Ukupna primarna energija, „snaga“ goriva je 8 MW; proizvedena električna 2 MW, a termička 4,5 MW. Električki stepen korisnosti je 25%, a ukupni i do 80%.

Cena drvenog ivera je 1,6, a drvenog otpada oko 0,7 €/kWh. Sistem za centralno grejanje je dužine 27 km, sa dve različite temperature. Koristi se za grejanje 300 domaćinstava, 95% u naselju, a ostatak za deset industrijskih jedinica, sušara za drvo. Cena toplotne energije je, na ulazu u mrežu 2,0, a za korisnike 3,9 €/kWh. Cena električne energije je 12,3 €/kWh.

Kogeneracija na bazi čvrste biomase – Admont, Austrija

Termička snaga termouljnog kotla je 3,2 MW, a električna snaga ORC postrojenja sa niskoobrtnom turbinom 400 kW. Nominalni termički učinak je tada 2,25 MW.

Pošto je reč o otpacima proizvodnje troškovi goriva su niski, godišnje 256.000 €. Troškovi radne snage zbog korišćenja postojećih radnika su tako-



Sl. 3.2 Šema proizvodnje i potrošača postrojenja za kogeneraciju Admont, Austrija



de niski, 34.000 €. Troškovi održavanja su oko 50.000, električne energije oko 26.000, a administrativni i troškovi osiguranja oko 15.000 € godišnje. To ukupno daje 381.000 € godišnje.

Prihod od električne energije je 210.000 € (po ceni 11,8 €/kWh), a za toplotnu energiju 620.000 € (cena toplotne energije osciluje, a ne prelazi 4 €/kWh). Ukupan prihod je 830.000 € godišnje, odnosno investicija može da se otplati za sedam godina.

Postrojenje na bazi biogasa, Nemačka

Za proizvodnju biogasa koristi se goveđi tečni stajnjak farme sa 2.100 goveda i kosupstrat – silaža kukuruza. Proizvedeni biogas sagoreva se u dizel gasnom motoru instalirane električne snage 806 kW_e i termičke snage 814 kW_t. Električni stepen korisnosti je 30%, sa mogućom dnevnom proizvodnjom električne energije 15.565 kWh_e. Termički stepen korisnosti iznosi 38%, a dnevna moguća proizvodnja termičke energije 16.572 kWh_t.

Godišnji ukupni troškovi rada postrojenja su 495.200 €. Na bazi cene toplotne energije 3,8 €/kWh_t i cene električne energije 9,7 €/kWh, godišnji prihod za toplotnu energiju je 186.000 €, a za električnu 419.000 €. Pored toga, prihod od prodatog prerađenog (prevrelog) stajnjaka je 12.600 €. Ukupan godišnji prihod je 617.600 €. Na osnovu tih podataka period otplate postrojenja je dug, a ekonomski pokazatelji loši. Ovo postrojenje sagrađeno je ranije, i očigledno je da bi period otplate bio dugačak. Za nova postrojenja cena bi bila između 14,5 i 16,5 €/kWh, te bi prihod od električne energije bio znatno viši, a period otplate ulaganja kraći.

Postrojenje na bazi biljnih ulja, Nemačka

Električna snaga 340 kW, termička snaga 350 kW. Električni stepen korisnosti 43%, a ukupni 88%. Godišnje angažovanje je 3.865 sati.

Godišnja proizvodnja električne energije je 1,314.000 kWh, a cena je 18,99 €/kWh, što godišnje daje 249.500 €. Cena toplotne energije je 5 €/kWh, godišnja proizvodnja 1,353.000 kWh, a prihod je 67.600 €. Troškovi goriva su, za specifičnu potrošnju oko 230 g/kWh, i cenu goriva oko 0,6 €/kg, 182.000 €. Troškovi održavanja postrojenja, servisiranja i rada radnika, su oko 33.000 €, a troškovi investicije 21.500 € godišnje. Godišnji prihod je oko 80.600 €.



4. EKONOMSKI POKAZATELJI PRIMENE BIOMASE ZA KOGENERACIJU

Na osnovu pregleda iskustava prikazanih u prethodnom poglavlju jasno je da kogeneracijom biomase ne može da se ostvari cena proizvodnje električne energije niža ili jednaka od one dobijene korišćenjem fosilnih goriva. Ipak, cilj je da se kogeneracija korišćenjem biomase sprovede tako da ekonomski pokazatelji budu što povoljniji. Na ekonomske pokazatelje utiče:

1. Cena postrojenja,
2. cena goriva,
3. angažovanje postrojenja u toku godine i iskorišćenje toplotne energije,
4. troškovi rada postrojenja,
5. stepen korisnosti, električni, termički, ukupni,
6. cena električne i toplotne energije.

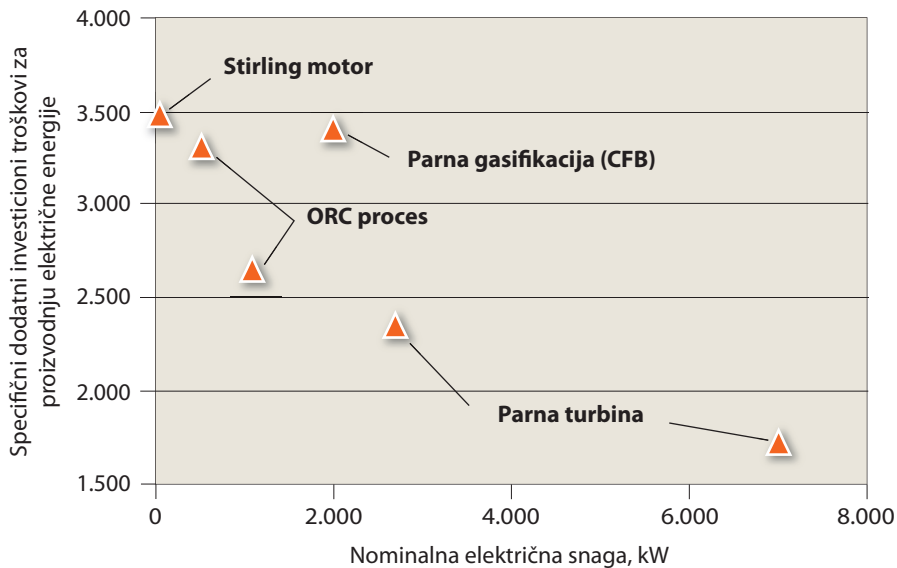
Cena postrojenja

Osim vrste tehnologije na specifičnu cenu, po kW nazivne električne snage, utiče i veličina postrojenja. Na sl. 4.1 dati su primeri dodatne specifične investicije u slučaju proizvodnje i električne energije, za različite tehnologije kogeneracije na čvrstu biomasu.

Uočava se da veličina postrojenja ima značajan uticaj. Na primer, za postrojenje s ORC procesom, ukoliko je snaga ispod 200 kW_e, specifična dodatna cena je oko 3.300 €/kW_e, a ukoliko je snaga oko 1 MW_e, onda je dodatna cena oko 2.600 €/kW_e. To isto važi i za parno-turbinsko postrojenje.

Dakle, pri projektovanju kogenerativnog postrojenja treba težiti ka tome da njegova instalirana električna snaga bude što veća. Time se proizvodi i više toplotne energije koja bi trebalo da se plasira korisnicima. Da bi se smanjila ulaganja u instalaciju i vrelovođe povoljniji je slučaj veće „gustine“ korisnika. To su industrijske potrebe za toplotnom energijom, te grejanje stambenih i drugih zgrada veće površine i manje udaljenosti. Proširenje broja korisnika može delimično da se stimuliše subvencionisanjem gradnje vrelovođa.

Znatno niže cene investicija su za kogenerativna postrojenja koja koriste biljna ulja, kao gorivo. Za električne snage postrojenja iznad 150 kW ona pada na ispod 700 €/kW_e. Slične cene su i za gasne motore sa generatorima koji koriste biogas. Ipak, zbog visoke cene goriva, konačni ekonomski efekti ovakvih postrojenja su lošiji, a mogu da se kompenzuju samo višom cenom električne energije.



SI. 4.1 Specifična cena postrojenja za kogeneraciju za čvrstu biomasu, dodatni investicioni troškovi za proizvodnju električne energije (CFB je proces sa gasifikacijom u fluidiziranom sloju)

Cena goriva

U tab. 4.1 dati su podaci za cenu čvrste i tečne biomase kod nas. Cene su jednake ili do 30% niže nego u zemljama EU. Naglašava se da su stepeni korisnosti primarne konverzije za pojedine vrste goriva različiti, te i to treba da se uzme u obzir pri proračunu realne cene goriva. To se pri poređenju cena goriva najčešće zanemaruje.

Cene pojedinih goriva znatno se razlikuju. Najniže su pri korišćenju otpada vlastite proizvodnje, na primer, u drvoprerađivačkoj industriji. Cena energije čvrste biomase je niža, ali je i to ograničeno transportnim rastojanjima od mesta nastanka do mesta primene i cenom skladištenja, što je detaljnije opisano u Studiji u prilogu. U većini slučajeva čvrsta biomasa dospeva sezonski, te je potrebno da se celokupna količina blagovremeno nabavi i uskladišti. To je nepovoljnije od korišćenja fosilnih goriva, koja mogu da se nabavljaju postepeno, prema potrebi, ili se čak plaća nakon potrošnje, u slučaju prirodnog gasa. Ulaganje u kupovinu čvrste biomase, s obaveznom rezervom, dodatno opterećuje cenu i pri detaljnoj ekonomskoj analizi mora da se uzme u obzir.

Cena biljnih ulja je vrlo visoka, uprkos tome što za njihovu primenu postoje visoko razvijena postrojenja, lako primenljiva u praksi, ona mogu da se ekonomski isplativo koriste samo u slučaju visokih cena „zelenih“ električne energije.



Tab. 4.1 Cena goriva i cena po kWh raspoložive (bruto) i korisne (neto) energije za maksimalne stepene korisnosti primarne konverzije, sagorevanja

Br.	Naziv	Cena, din/t	din/kWh		€/kWh ⁴		Donja toplotna moć, MJ/kg
			bruto	neto	bruto	neto	
1	Biljni ostaci, slama, sadržaj vlage oko 15%	2.800	0,75	1,2 ¹	1,0	1,6	Oko 14
2	Oklasak kukuruza, sadržaj vlage oko 15%	2.500	0,7	1,1 ¹	0,9	1,5	Oko 14
3	Iver, sadržaj vlage 15%, transport do 50 km	5.000	1,2	1,4 ²	1,5	1,7	Oko 15
4	Iver, sadržaj vlage 35%, transport do 20 km	4.000	1,25	1,6 ³	1,6	2,1	Oko 11,5
5	Ostaci pilana, sadržaj vlage oko 10%	2.000	0,5	0,55 ²	0,6	0,7	Oko 15,5
6	Biljno ulje	50.000	4,2	4,7 ²	5,5	6,1	Oko 41

¹Stepen korisnosti oko 60%

²Stepen korisnosti oko 85%

³Stepen korisnosti oko 80%

⁴1 €=83 din

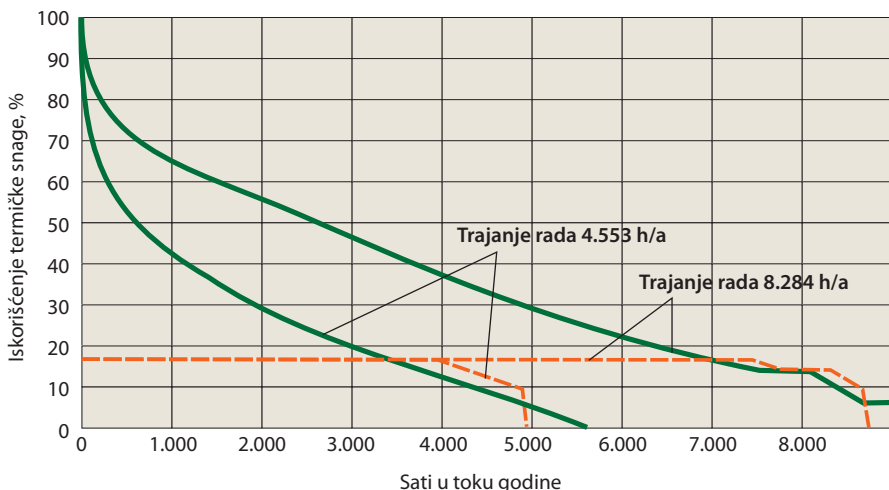
Angažovanje postrojenja u toku godine i iskorišćenje toplotne energije

Na ocenu ekonomičnosti veliki uticaj ima i angažovanje postrojenja u toku godine. Smanjenjem angažovanja smanjuje se proizvodnja, te se troškovi investicije svode na manju količinu isporučene energije. To je posebno značajno kada se toplotna energija koristi samo za grejanje. Potreba za grejanjem u toku godine je oko šest meseci, a potrošnja energije u tom vremenu je promenljiva, u zavisnosti od spoljne temperature. Na sl. 4.2 prikazana su dva primera postrojenja za kogeneraciju iste nazivne električne i toplotne snage. U jednom slučaju ono se koristi za grejanje, 4.553 sati godišnje, a u drugom za grejanje bazena, 8.284 sati godišnje. Crvenom isprekidanom linijom prikazana je proizvodnja električne energije, količina relativno u odnosu na termičku.

Površine ispod krivih proporcionalne su ukupnoj godišnjoj proizvodnji, odnosno isporučenoj energiji. U drugom slučaju ona je oko dva puta viša. To znači da će, pri približno istoj ceni investicije, u ceni električne i toplotne energije deo koji se odnosi na trošak investicije biti oko dva puta niži.

Na žalost, slučajevi u kojima potrebe za toplotnom energijom, računajući i hlađenje, pokrivaju duži period godine su malobrojni. Razvojem primene toplotne energije za hlađenje, korišćenjem apsorpcionih mašina, znatno može da se poveća broj sati korišćenja toplotne energije u toku godine.

Pored direktnog uticaja na ekonomske pokazatelje u slučaju korišćenja biogasa kratkotrajnost mogućnosti plasmana toplotne energije, kao i oscilovanje



Sl. 4.2 Dva slučaja korišćenja postrojenja za kogeneraciju u toku godine

potreba, značajno remeti rad. Biogas se proizvodi gotovo kontinualno, a mogućnosti skladištenja su ograničene. To se delimično prevazilazi primenom kospustrata, na primer, silaže kukuruza, koji se koristi samo onda kada su potrebe za toplotnom energijom veće. Na žalost, cena biogasa dobijenog iz kospustrata viša je od cene biogasa, koji se dobija fermentacijom ekskremenata životinja.

Cena električne i toplotne energije

Veliki uticaj na ekonomske pokazatelje postrojenja za kogeneraciju imaju cene električne i toplotne energije, koje korisnik plaća. Cena toplotne energije kreće se obično u granicama 3,5 do 5 €/kWh, pri čemu krajnji kupac dodatno plaća troškove instalacije i službe koja energiju distribuira i obavlja druge servise, održavanje i naplaćivanje.

Sadašnja cena električne energije u Srbiji, u proseku ispod 5 €/kWh, može samo u izuzetnim slučajevima da pokrije troškove njene proizvodnje u postrojenjima za kogeneraciju, koja koriste biomasu. To je, na primer, slučaj kada se koristi otpad koji, inače, treba da se ukloni, pa je cena goriva nula.

U drugim slučajevima, a to je većina, povoljni ekonomski pokazatelji mogu da se ostvare samo ukoliko cena „zelene“ električne energije bude viša.

Osnova za utvrđivanje visine cene „zelene“ električne energije je doprinos zaštiti životne sredine i smanjenju emisije GHG (*Greenhouse Gases*).

Sa stanovišta ekonomskih pokazatelja sufinansiranje i povoljni krediti imaju manji uticaj nego cena isporučene, pre svega električne, energije. Negativni efekti podrške društva subvencionisanjem gradnje, povoljnim kreditima i cenom električne energije očituju se, u zemljama EU, u rastu cena opreme. Ovaj trend biće eliminisan rastom konkurencije.



5. POTENCIJAL BIOMASE ZA KOGENERACIJU U VOJVODINI

Prema agregatnom stanju biomasa se klasifikuje na čvrstu, tečnu i gasovitu.

U **čvrstu biomasu** svrstavaju se ostaci ratarske proizvodnje, ostaci rezidbe iz voćarstva i vinogradarstva, ostaci šumarstva, biljna masa brzorastućih biljaka – u engleskom govornom području poznate pod nazivom *Short Rotation Coppice* (SRC), a pre svega brzorastućih šuma, deo selektovanog komunalnog otpada, ostaci iz drvoprađivačke industrije, ostaci primarne i sekundarne prerade poljoprivrednih proizvoda i drugo.

Pod **tečnom biomasom** podrazumevaju se tečna biogoriva – biljna ulja, transesterifikovana biljna ulja – biodizel, bioetanol i tečni ostaci prerađivačke industrije.

Gasovitu biomasu predstavlja biogas, koji može da se proizvede iz životinjskih ekskremenata ili energetskih biljaka (silaža trave i kukuruza), ali kao sirovina mogu da posluže i druge otpadne materije. Gasovitu, pa i tečnu, biomasu, predstavljaju i produkti gasifikacije, odnosno pirolize čvrste biomase.

Čvrsta biomasa

Ostaci poljoprivredne proizvodnje

Površina AP Vojvodine iznosi 1,790.000 ha, od kojih su obradive površine 1,580.000 ha. Najznačajnije biljne vrste, čiji ostaci mogu da se koriste za energetske svrhe, su kukuruz, strna žita, soja, uljana repica i suncokret. Osim toga, značajan potencijal predstavljaju ostaci rezidbe u voćarstvu i vinogradarstvu.

Za svaku ratarsku biljnu vrstu ili grupu biljnih vrsta, u Studiji su dati podaci o načinu računanja prinosa biljnih ostataka, koji mogu da se uberu. Nakon toga data su ograničenja i druge primene da bi se došlo do potencijalnih količina raspoloživih za energetske svrhe. Pošto se tehnologija, prinosi, ukupne količine i mogućnost energetskog korišćenja razlikuju na velikim, malim i srednjim (M/S) farmama, podaci su obračunavani posebno. Količine dobijene primenom ovog metoda sumarno su prikazane u tab. 5.1.

Oklasci kukuruza najveći su energetski potencijal ostataka ratarske proizvodnje u Vojvodini i to oni koji se nalaze na malim i srednjim imanjima. Posle toga po značaju je slama pšenice, pa slama soje. Raspoloživa kukuruzovina, posebno na M/S gazdinstvima, iako predstavlja veliki potencijal, manje je značajna zbog nedovoljno „zrele“ tehnike ubiranja. Unapređenje tehnike ubiranja kukuruzovine i ostataka suncokreta jedan je od zadataka budućeg razvoja.



Tab. 5.1 Količine sporednih proizvoda ratarske proizvodnje potencijalno raspoložive za energetske svrhe

Kultura	T ⁴	Površina, 1.000 ha	Velike farme, 1.000 ha	M/S farme, 1.000 ha	Moguće ubrati, 1.000 t		Potencijalno za energetske svrhe, 1.000 t	
					Velike farme	M/S farme	Velike farme	M/S farme
Pšenica	↓	336	142	194	300	340	285	305
Raž	—	1,15	0,42	0,73	1	1,3	1	1,2
Ječam	—	60	29	31	60	55	57	50
Kukuruz	↑	627	114	513	k ¹ 114	k 310	k 110	k 280
					o ² 10	o 360	o 10	o 330
Suncokret	—	166	65	101	0	0	0	0
Soja	↑	111,5	56	55,5	120	115	120	115
Uljana repica ³	↑↑	15,4	12,3	3,1	30	8	30	8
UKUPNO					635	ca. 1.189	613	ca. 1.089
					1.824		1.702	

¹ stabljika i list kukuruza – kukuruzovina

² oklasak kukuruza

³ podatak važi za 2007. godinu

⁴ trend promene površine na kojoj se uzgaja

U 4. poglavlju navedeno je da na cenu postrojenja značajan uticaj ima njegova veličina. Ostaci ratarske proizvodnje imaju malu gustinu, te transportno rastojanje ima značajan uticaj na cenu goriva. Smatra se da je za baliranu slamu gornja granica transportnog rastojanja 50 km, a u zavisnosti od gustine i forme bala i niža. Stoga je „gustina“ ostataka ratarske proizvodnje od bitnog značaja za procenu primenljivosti u kogenerativnim postrojenjima.

Proizvodnja kukuruza ima najveću gustinu u južnom Banatu (opštine Kovin i Pančevo), a nakon toga u severozapadnoj i severoistočnoj Bačkoj (opštine Apatin i Ada). Visoka ujednačena gustina je u srednjoj Bačkoj i zapadnom Sremu, uz najveću gustinu prinosa u Staroj Pazovi u istočnom Sremu.

Gustina proizvodnje strnih žita najveća je u centralnoj Bačkoj (opštine Bačka Topola, Bački Petrovac, Bečej, Kula, Mali Idoš i Vrbas), u istočnom Sremu (opštine Inđija i Stara Pazova), a u Banatu je visoka u opštini Kovačica.

Gustina proizvodnje soje najveća je u područjima sa više padavina, jugozapadnoj Bačkoj (opštine Bač i Bačka Palanka) i zapadnom Sremu (opština Šid). Visoka je u opštinama centralne Bačke, Srbobran i Temerin i u istočnom Banatu u opštini Plandište.

Za veće kogenerativne jedinice pogodno je da se koristi slama strnih žita i slama soje. Posebno povoljne sa stanovišta gustine proizvodnje i raspoloživih ostataka ratarske proizvodnje su opštine Bač, Kovačica, Kula, Plandište i Šid.



Godišnja količina ostataka rezidbe u voćarstvu i vinogradarstvu u Vojvodini je oko 325.000 t. U celosti su na raspolaganju za energetske svrhe. Računajući oko 10% gubitaka, to predstavlja oko 1.300 GWh primarne energije godišnje.

Ostaci iz šumarstva i brzorastuće šume

Ostaci šumarstva u Vojvodini su 50.000 t godišnje. To nije značajna količina, ali, s obzirom na to da je najveći deo potencijala u okviru sistema „Vojvodina-šume“, postoji realna mogućnost za korišćenje u energetske svrhe.

Prema proceni Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu u Vojvodini bi brzorastuće šume mogle da se gaje na oko 60.000 ha. Prosečan godišnji prinos vazdušno suvog drveta iznosi oko 8 t/ha. To bi godišnje predstavljalo oko 2.000 GWh primarne energije.

Ostaci prerade

Ostaci prerade javljaju se u mnogim prerađivačkim pogonima. To su sušare, semenski centri, prerada voća (koštice), proizvodnja metala, uljare i drugo.

Više podataka može da se da za uljare na osnovu poznavanja njihovih kapaciteta i udela ljuske suncokreta. Ukupna masa ljuski suncokreta je oko 54.000 t ili oko 224 GWh godišnje. Celokupna masa mogla bi da se iskoristi za energetske svrhe u samim uljarama, a zbog stalne potrebe za toplotnom energijom u procesne svrhe, može povoljno da se koristi za kogeneraciju.

Drvoprerađivačka industrija Vojvodine, iako mala, izvor je izuzetno povoljnih energetskih izvora biomase. Posebno je značajno to što ova postrojenja, ukoliko obavljaju sušenje, imaju stalnu potrebu za toplotnom energijom i nisku cenu goriva, a to su preduslovi za ostvarenje dobrih ekonomskih pokazatelja kogenerativnog postrojenja.

Sveobuhvatni i pouzdani podaci o količinama i energetskoj vrednosti ostataka prerade nedostaju.

Tečna biomasa

Kogenerativna postrojenja koja koriste tečnu biomasu su vrlo efikasna i imaju nisku cenu investicija, ali je cena biljnih ulja visoka.

Direktivom Evropske unije 2003/30/EC zacrtano je da do kraja 2012. godine udeo biogoriva u oblasti transporta (sva prevozna sredstva koja koriste tečno gorivo), bude najmanje 5,75%. Količina biogoriva, koja bi trebalo da se u Srbiji proizvede da bi bio zadovoljen zahtev direktive, mnogo je veća od one koja postoji danas. To znači da će celokupna tečna biomasa, čak i u slučaju znatnog povećanja proizvodnje, biti usmerena ka ispunjavanju ovog cilja.



Gasovita biomasa – biogas

Potencijalna proizvodnja biogasa na svinjogojskim i govedarskim farmama u Vojvodini je oko $9,5 \times 10^6$ m³/a. Ukupna moguća količina proizvedene električne energije, sa svinjskih i govedarskih farmi je oko 20 GWh godišnje, a toplotne oko 8 GWh.

Pored tečnog stajnjaka kao sirovine za proizvodnju biogasa, koriste se i druge otpadne organske materije sa farmi (otpad iz klanice, otpad od prerade živinskog mesa ili ribe), a takođe i sirovine biljnog porekla, silažna trava i kukuruz.

Energetsko korišćenje biogasa ima prednosti sa polazišta zaštite životne sredine, jer se time eliminiše emisija metana, koji je oko 23 puta nepovoljniji od CO₂ kada je reč o stvaranju efekta staklene bašte.

Ograničenja i barijere

Očuvanje plodnosti zemljišta

Zemljište predstavlja, u toku ljudskog veka, neobnovljivi resurs koji mora da se očuva. Značaj i vrednost ostataka biomase još uvek nije dovoljno izučen, jer postoje mnogi uticaji na to koja količina biomase može bez sagledivih posledica da se s polja ukloni i koristi za energetske i druge svrhe. To zavisi od agropedoloških i agroklimatskih uslova, plodoreda, primene organskih hraniva, agrotehnike i drugog. Odgovor bi trebalo da usledi nakon sprovođenja multidisciplinarnog evropskog projekta. Na osnovu sagledavanja poznatih rezultata i stavova, kao prosečna vrednost ostataka ratarske proizvodnje, koja može da se ubere bez posledica po zemljište, je oko 1/3. Ukoliko se razmotre podaci o ubranim količinama i drugim ograničenjima, sumarno dati u tab. 5.1, vidi se da je to gotovo u potpunosti ispunjeno. Ipak, pri razmatranju konkretnog primera gradnje energetske postrojenja koja koriste ostatke ratarske proizvodnje i ovaj uticaj bi trebalo da se uzme u obzir, kako pri definisanju lokalnih resursa, tako i pri organizovanju snabdevanja.

Mogućnost za plasman toplotne energije

Kao što je u 4. poglavlju navedeno, mogućnost za plasman toplotne energije ima velik uticaj na ekonomske pokazatelje. U tom smislu značajna je dužina trajanja, u toku godine, korišćenja toplotne energije, kao i promena količine tokom vremena. Vrelovodi do udaljenih potrošača povećavaju troškove investicije i gubitke u transportu.

Ukoliko se toplotna energija koristi za grejanje godišnji broj časova je oko 4.500, a potreba se konstantno menja u zavisnosti od temperature okoline. Za sve veće potrošače snaga postrojenja koje koristi biomasu trebalo bi da pokrije 40 do 50% nazivne snage, te bi se na taj način stepen iskorišćenja raspoložive toplotne energije povećao.



Pouzdanost obezbeđenja biomase i postojanost cena

Pri projektovanju kogenerativnog postrojenja koje koristi biomasu računa se sa raspoloživim potencijalom na nekom području ili lokalitetu. Pri korišćenju ostataka poljoprivredne proizvodnje može da se osloni samo na vlastite izvore ili izvore većih proizvođača, pri čemu se o isporučenoj količini i ceni sačinjava višegodišnji sporazum. Oslanjanje na snabdevanje biomasom, od većeg broja malih i srednjih proizvođača, povećava troškove rada, usložnjava logistiku, a cena biomase može znatno da osciluje.

Potencijal biomase za kogeneraciju

Osnovna pretpostavka za gradnju kogenerativnih postrojenja na bazi biomase je da su obezbeđene cene „zelenе“ električne energije na nivou koji za pojedina goriva može, u slučaju ispunjavanja ostalih preduslova, da obezbedi povoljne ekonomske pokazatelje.

Pri analizi potencijala biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije u obzir su uzeti svi tehnički i ekonomski preduslovi definisani u prethodnim poglavljima. Dati su potencijali koji bi mogli da se koriste u neposrednoj budućnosti, na osnovu postojeće proizvodnje i tehnike ubiranja, te oni koji bi mogli da budu na raspolaganju u budućnosti, do 2020. godine.

Zbirni podaci o potencijalnoj proizvodnji energije kogeneracijom, korišćenjem biomase kao goriva u Vojvodini, prikazani su u tab. 5.2.

Značajnija proizvodnja električne energije na bazi biomase mogla bi da se ostvari gradnjom električnih centrala tipa Ely u Velikoj Britaniji, električna snaga 38 MW, ili Sangüesa u Španiji, električna snaga 25 MW. Kasnijom analizom ova dva postrojenja, uticaja gustine slame i transportnih rastojanja na cenu, konstatovano je da je optimalna električna snaga centrala koje bi koristile slamu i druge biljne ostatke, kao gorivo, od 10 do 15 MW. Tri električne centrale snage 15 MW_e dale bi godišnju proizvodnju od preko 320 GWh_e, a koristile bi oko 250.000 t slame, kukuruzovine, drvenog ivera ili drugih biljnih ostataka godišnje.

Tab. 5.2 Potencijalna godišnja proizvodnja energije u kogenerativnim postrojenjima, koja bi koristila biomasu u Vojvodini

Biomasa	Neposredna budućnost, GWh/a		U budućnosti, 2020, GWh/a	
	Električna	Toplotna	Električna	Toplotna
Ostaci ratarske proizvodnje	128	300	256	600
Ostaci voćarstva i vinograd.	39	100	78	200
Šumarstvo i brzorastuće šume	6	17	156	406
Ostaci prerade	36	85	110	250
Tečna biomasa	0	0	?	?
Biogas	20	8	40	16
UKUPNO	229	510	640	1.472

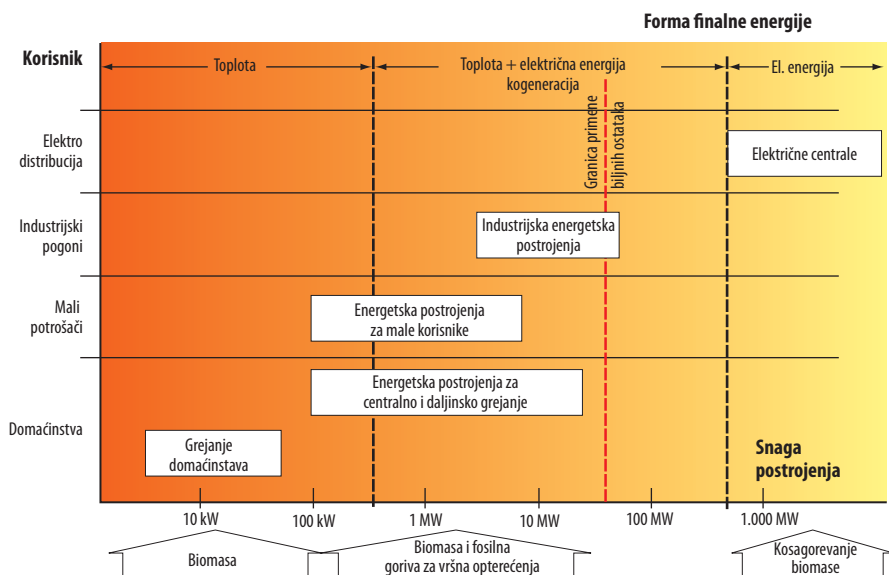


6. PERSPEKTIVE PRIMENE BIOMASE ZA KOGENERACIJU

Na osnovu prikazanog u prethodnim poglavljima može da se zaključi da su potencijali i mogućnosti primene biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije najpovoljniji za čvrstu biomasu. Primena tečne biomase, iako su tehnička rešenja dostigla visok nivo, specifični investicioni troškovi niži nego za ostala agregatna stanja biomase, a snage potencijalnih postrojenja niže, ograničena je visokom cenom goriva i neophodnošću da se ona primenjuje za transportne svrhe. Korišćenje gasovite biomase – biogasa, kao goriva, takođe je moguće, ali postoje brojna ograničenja koja utiču na ekonomske pokazatelje i funkcionalnost. To je, pre svega zato što je proizvodnja biogasa gotovo konstantna, a mogućnost skladištenja ograničena. Tako, po pravilu, biogasa leti ima previše, a zimi premalo.

Pri primeni čvrste biomase, u Vojvodini pre svega ostataka poljoprivredne proizvodnje, ograničavajući faktor je minimalna snaga postrojenja i netransportabilnost goriva. Osim ostataka poljoprivredne proizvodnje značajni su i ostaci prerade, a u budućnosti i energija brzorastućih šuma.

Primenljivost čvrste biomase kao goriva, odnosno oblasti primenljivosti, ilustrativno su prikazane na sl. 6.1.



Sl. 6.1 Područja i snage pogodne za primenu čvrste biomase kao goriva



Na osnovu podataka u 2. i 3. poglavlju za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, povoljno bi bilo parno–turbinsko ili ORC postrojenje. Za ORC postrojenja područje ukupne snage je 2,5 do 6 MW, odnosno od oko 400 kW do oko 1 MW električne. Parno–turbinska postrojenja pokrivaju ukupne snage 4 do 50 MW, odnosno 0,8 do 10 MW električne. Ukupan stepen korisnosti u oba slučaja je do oko 80% (u posebnim slučajevima i do 85%), pri čemu je veći za veća i savremenija postrojenja.

Parno–turbinska postrojenja generalno su povoljnija, jer je procentualni udeo električne energije veći, ali je i donja granica ukupne snage viša, te time i manji broj potencijalnih korisnika. Nepovoljniji je sa polazišta troškova rada, jer je neophodna i obavezna visokokvalifikovana radna snaga.

Kada je reč o trajanju korišćenja toplotne energije u toku godine, pa i cene goriva, najpovoljnije je da se ona koristi u tehnološke svrhe, a zatim za grejanje i klimatizaciju, kako poslovnih tako i stambenih prostora. Zbog toga će se nadalje prikazati i razmotriti te dve mogućnosti primene.

Osim čvrste biomase razmotrena je i primena biogasa, kao goriva za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije. Pri svim razmatranjima uzima se u obzir da proizvodnja električne energije, kao najplemenitijeg vida, ima prioritet.

Primena u tehnološke svrhe

„Sojaprotein“ Bečej

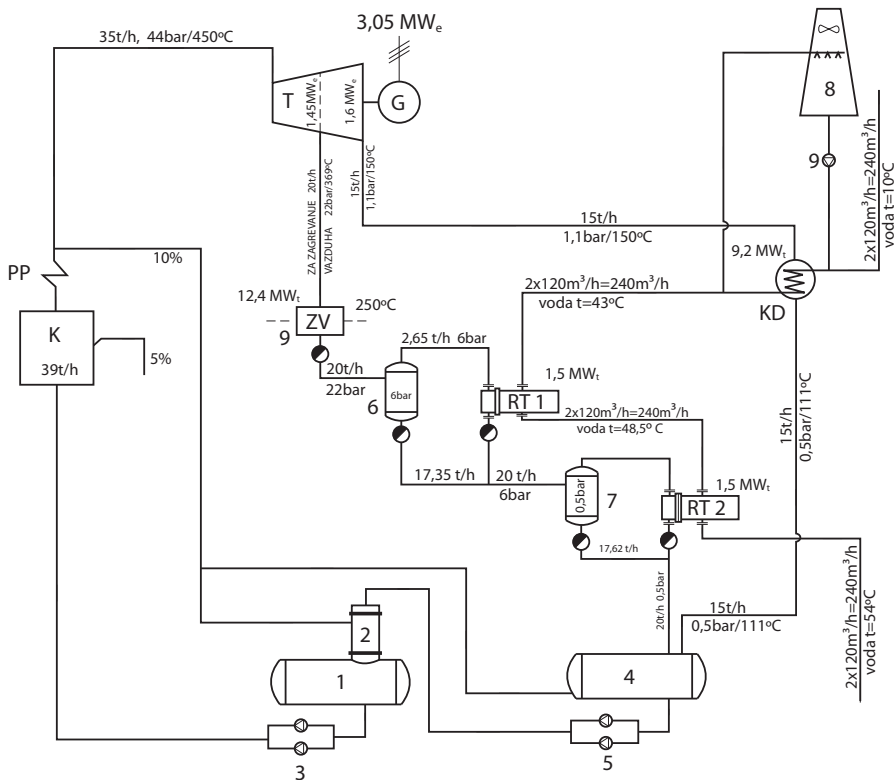
Na osnovu realnih potreba za električnom i toplotnom energijom sačinjena je studija izvodljivosti čiji podaci su korišćeni za prezentirano izlaganje i izračunavanje ekonomskih pokazatelja.

Predviđeno kogenerativno postrojenje, koje bi kao gorivo koristilo slamu, pre svega soje, imalo bi kotao nazivne snage 31,3 MW, koji bi proizvodio 39 t/h pregrejane pare natpritisaka 44 bar i temperature 450° C. Proizvedena para koristila bi se za proizvodnju električne energije u parnoj turbini sa regulisanim oduzimanjem i kondenzacijom pare snage 3,05 MW_e. Toplotna energija pare koja se oduzima i toplotna energija preostalog dela pare, koji ekspandira u turbini, koristi se u sušari u zagrejaču vazduha 12,4 MW_t, i za druge tehnološke potrebe 12,2 MW_t. Energetski pokazatelji rada potencijalnog kogenerativnog postrojenja prikazani su u tab. 6.1, a principijelna šema na sl. 6.2.



Tab. 6.1 Energetski pokazatelji rada kogenerativnog postrojenja „Sojaprotein“ Bečež

Primarna energija biomase, MW	36,80
Nazivna snaga kotla, MW	31,30
Procesna toplota, MW _t	24,60
Električna snaga generatora, MW _e	3,05
Angažovanost postrojenja, h/a	6.600
Potrebna količina slame, t/a	60.000
Električni stepen korisnosti, %	8,3
Termički stepen korisnosti, %	66,8
Proizvodnja električne energije, GWh _e /a	20
Proizvodnja toplotne energije, GWh _t /a	162,3



Sl. 6.2 Tehnološka šema rada potencialnog kogenerativnog postrojenja (prema Studiji izvodljivosti)

K– kotao, PP– pregrejač pare, ZV– zagrejač vazduha, RT– razmenjivač toplote, KD– kondenzator, T– turbina, G– generator, 1– napojni rezervoar, 2– degazator, 3– napojne pumpe, 4– rezervoar kondenzata, 5– pumpe kondenzata, 6 i 7– ekspanzideri, 8– rashladna kula, 9– cirkulaciona pumpa rashladne kule



Analiza i ocena ekonomske opravdanosti

Cilj ekonomske analize jeste da se utvrdi cena koštanja proizvodnje električne i toplotne energije u postrojenjima za kogeneraciju, te da se utvrdi ona veličina otkupne cene električne energije pri kojoj se ostvaruje nulta rentabilnost proizvodnje. Pri proračunu pojedinačnih i ukupnih troškova polazi se od standardnih šema za izradu kalkulacija i podele troškova. Troškovi su svrstani u četiri grupe, to su: A– troškovi osnovnih sredstava, B– troškovi goriva, C– pogonski troškovi, D– ostali troškovi.

Pri utvrđivanju cene koštanja električne i toplotne energije raspodela ukupnih troškova zasniva se na udelu vrednosti električne i toplotne energije u ukupnom prihodu.

Detaljna analiza i ocena ekonomske opravdanosti prikazana je u 6. poglavlju Studije u prilogu, a ovde su dati samo najznačajniji podaci.

Ukupna ulaganja.....	17 miliona €
Ukupni godišnji troškovi.....	5,25 miliona €
Cena toplotne energije	3,59 €/kWh
Cena električne energije za nultu rentabilnost	5,9 €/kWh

ZZ „Bag&Deko“, Bačko Gradište

Sirovine za kogenerativno postrojenje baziraju se na kosupstratima, a količine su date u tab. 6.2.

Tab. 6.2 Sirovine i moguća proizvodnja biogasa

Vrsta sirovine	Količina, t/a	Struktura, %	Proizvodnja biogasa, m ³ /a
Silaža kukuruza	4.000	93,0	684.000
Tečni stajnjak	200	4,7	7.200
Otpaci povrća	100	2,3	6.800
Ukupno	4.300	100,0	698.000

Na osnovu potencijalne godišnje proizvodnje biogasa, snage gasnog motora su 540 kW_e i 682 kW_t. Gasni motor je u kontejnerskoj izvedbi, sa generatorom električne energije i razmenjivačem toplote za iskorišćenje otpadne toplote izduvnih gasova i rashladne tečnosti motora. Uz električne i termičke stepene korisnosti ovog motora, koji iznose oko 37 i 47%, moguća količina proizvedene električne energije za vreme rada biogas postrojenja iznosi oko 1.420 MWh, a toplotne energije oko 1.790 MWh.

Analiza i ocena ekonomske opravdanosti

Ukupna ulaganja.....	1.405 hiljada €
Ukupni godišnji troškovi.....	308 hiljada €
Cena toplotne energije	6,3 €/kWh
Cena električne energije za nultu rentabilnost	18,6 €/kWh



Razmotrena je primena kogeneracije biomase u uljarama, korišćenjem ljuške suncokreta, i ocenjeno je da mogu da se očekuju pozitivni efekti. U kombinaciji sa drugim biljnim ostacima primena kogeneracije korišćenjem oklasaka kukuruza može uspešno da se ostvari u semenskim centrima. Drvoprerađivačka industrija takođe bi mogla ostatke prerade da iskoristi u kogenerativnom postrojenju, ali uz dodatak druge biomase, pre svega, ostataka ratarske proizvodnje.

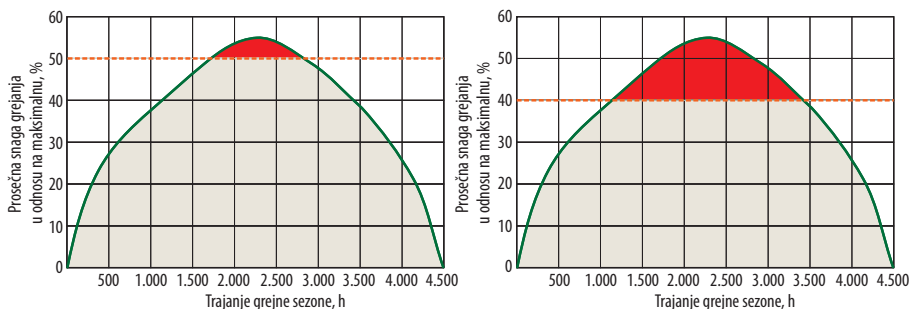
Grejanje

Specifičnost korišćenja toplotne energije postrojenja za kogeneraciju za grejanje stambenih i poslovnih objekata ogleda se u tome što je vezan za period grejanja i što se potrebe za toplotnom energijom menjaju ne samo iz dana u dan, nego i u toku dana. Grejna sezona u većini područja u Srbiji traje 4.500 do 4.800 h. Očekuje se da u većini slučajeva proizvodnja samo električne energije, svih 8.760 h godišnje neće biti isplativa, nego bi se u tom slučaju gradila električna centrala. Pozitivno je to, što su potrebe za električnom energijom u vreme grejne sezone iz raznih razloga veće, nego izvan nje.

U slučaju primene kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije na bazi biomase, kada je rad sa delimičnim opterećenjem moguć samo za malo smanjenje snage i praćen smanjenjem stepena korisnosti, podatak o stvarnom iskorišćenju toplotne energije je od velikog značaja. Količina neiskorišćene toplotne energije treba da se svede na mogući minimum. Rešenje predstavlja korišćenje postrojenja sa manjom termičkom snagom od proračunske, a deo toplotne energije se, prema potrebi, pokriva korišćenjem fosilnih goriva u posebnom kotlu. Kotlovi za fosilna goriva imaju bolju mogućnost regulacije, te je ovakva kombinacija uobičajena. Vrlo je značajno to da se snaga kogenerativnog postrojenja tako odabere da iskorišćenje toplotne energije bude što veće, a udeo energije fosilnog goriva što manji. Na sl. 6.3 prikazani su dijagrami ukoliko se izabere nazivna snaga, koja iznosi 50 i 40% od proračunske.

Površina obojena crvenom bojom predstavlja količinu energije koja treba da se obezbedi dodatnim kotlom, koji koristi fosilno gorivo. Količine toplotne energije koju je moguće iskoristiti prema prosečnim minimalnim temperaturama, stvarno iskorišćenje toplotne energije, kao i udeo toplotne energije koju je potrebno obezbediti iz fosilnih goriva, prikazane su u tab. 6.3.

U praksi, sistem daljinskog grejanja sprovodi se drugačije. U većem delu godine, ne greje se u toku noćnih sati, a u toku nekoliko dodatnih sati intenzitet grejanja je smanjen. Pri gradnji novih postrojenja, za grejanje novih objekata, računa se sa snagom 100 W/m^2 za stambene, a 150 W/m^2 za poslovne objekte. Godišnja stvarna potrošnja, na bazi iskustava je, za stambene objekte 408 MJ/m^2 , a za poslovne 612 MJ/m^2 . Kada se izračuna proizvedena



Sl. 6.3 Iskorišćenje toplotne energije proizvedene u kogenerativnom postrojenju (bež) i udeo energije fosilnog goriva (crveno) za nazivnu snagu postrojenja – 50% od maksimalne (levo) i 40% od maksimalne (desno)

toplotna energija na bazi proračunske snage, dobija se podatak da stvarna potrošnja predstavlja oko 25% od nje.

Na osnovu prethodnog izračunati su podaci o korišćenju toplotne energije za grejanje, tab. 6.3.

Za slučaj izbora postrojenja, koje pokriva 40% od proračunske snage, iskorišćenje toplotne energije bilo bi 63%, a udeo energije fosilnog u ukupnoj 13%.

Tab. 6.3 Iskorišćenje toplotne energije i udeo potrebne količine toplotne energije iz fosilnih goriva za određene prosečne snage

Prosečna snaga grejanja u odnosu na proračunsku, %	Iskorišćenje toplotne energije prema prosečnim minimalnim temperaturama, %	Stvarno iskorišćenje, %	Udeo toplotne energije iz fosilnih goriva, %
100	37	25	–
55,3	68	45	5
50	73	50	7
40	82	63	13

Parno–turbinsko postrojenje

Na sledećem primeru, koristeći podloge za proračun, koje su autori iz Austrije Thek i Obernberger dali za već izgrađeno postrojenje u njihovoj zemlji, razmotreno je postrojenje koje se primenjuje za kombinovanu proizvodnju električne energije i toplotne energije za potrebe grejanja. Za korišćenje u Vojvodini kao gorivo je odabrana balirana slama cerealija i soje. Postrojenje je parno-turbinsko. Korišćeni su tehnički podaci, rezultati i ocena rada postrojenja iz Austrije, a ekonomski proračuni prilagođeni su uslovima u Srbiji. Tehnički podaci prikazani su u tab. 6.4.

Postrojenje treba da bude u pogonu 4.500 h u toku grejne sezone, a toplotna energija ulazi u sistem daljinskog grejanja. U toku perioda u kojem postro-



jenje radi, proizvodi se električna energija koja se u celosti plasira u javnu mrežu. Pod uslovom da termička snaga postrojenja iznosi 40% od proračunske, za potrebe grejanja, uz stepen iskorišćenja 63%, tab. 6.3, korisna količina energije je 54.040 MWh. Za „špiceve” potreba za toplotnom energijom služi kotao koji koristi fosilno gorivo.

Tab. 6.4 Tehnički podaci za postrojenje

Veličina	Jedinica	Vrednost
Ulazna snaga goriva	kW	29.040
Električna snaga	kW_e	5.000
Termička snaga	kW_t	19.060
Angažovanost	h/a	4.500
Ukupan stepen korisnosti	%	82,8
Električni stepen korisnosti	%	18
Sopstvena potrošnja električne energije	MWh_e/a	3.450
Proizvodnja električne energije	MWh_e/a	22.500
Proizvodnja toplotne energije	MWh_e/a	85.770
Potrebna količina goriva	t/a	32.600

Analiza i ocena ekonomske opravdanosti

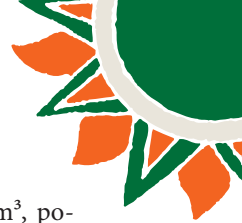
Ukupna ulaganja..... 20,5 miliona €
Ukupni godišnji troškovi..... 4,2 miliona €
Cena toplotne energije 3,0 €/kWh
Cena električne energije za nultu rentabilnost 10,2 €/kWh

Ukoliko bi se iskoristila celokupna toplotna energija, koju ovo postrojenje može da isporuči, ekonomski pokazatelji bi se znatno promenili, a cena električne energije, pri kojoj se ostvaruje nulta rentabilnost, bila bi 5,3 €/kWh. Iz ovog podatka jasno se vidi uticaj udela plasirane toplotne energije na ekonomske pokazatelje.

PK „Mitrosrem”, farma svinja u Velikim Radincima

Biogas postrojenje, sa svim potrebnim objektima, bilo bi izgrađeno na lokaciji u neposrednoj blizini hala za uzgoj stoke. Na tom mestu nalazi se septička jama sa pumpama za transport stajnjaka do otvorenih laguna. U slučaju izgradnje biogas postrojenja tečni stajnjak bi se iz ove septičke jame, umesto u lagune, dovodio direktno do postrojenja.

U poređenju sa postrojenjem koje bi se izgradilo u Bačkom Gradištu, postrojenje u Velikim Radincima ne bi imalo bazen za silažu, dozator sa tehnikom za unošenje silaže u fermentor, kao ni poseban rezervoar za tečni stajnjak.



Za potencijalnu dnevnu proizvodnju biogasa na farmi od 3.560 m³, potrebna snaga gasnog motora je 440 kW_e i 558 kW_t. Na osnovu električne i toplotne snage izabranog gasnog motora moguća godišnja proizvodnja električne i toplotne energije je 2.900 MWh_e i 3.235 MWh_t.

Analiza i ocena ekonomske opravdanosti

Ukupna ulaganja.....	1.528 hiljada €
Ukupni godišnji troškovi.....	340 hiljada €
Cena toplotne energije.....	4,2 €/kWh
Cena električne energije za nultu rentabilnost	10,2 €/kWh

Diskusija i zaključci

Kao što je bilo i očekivano, najbolji rezultati, kada je reč o ekonomskim pokazateljima, mogu da se očekuju kada se kogeneracija biomase primenjuje tako da se toplotna energija koristi za tehnološke svrhe, dakle, za angažovanje u toku godine iznad 5.000 sati. Ukoliko se odabere gorivo koje ima nižu cenu, čak i u slučaju viših specifičnih investicionih troškova, mogu da se ostvare povoljniji ekonomski pokazatelji ukoliko je rad pogona duži, a toplotna energija može da se iskoristi u potpunosti ili sa visokim udelom.

Ukoliko se toplotna energija dobijena korišćenjem čvrste biomase u parno-turbinskom postrojenju koristi samo za grejanje, tada je pri dobro projektovanom sistemu, iskorišćenost samo oko 63%. To značajno utiče na povećanje cene proizvedene električne energije. Svaka mogućnost povećanja trajanja rada postrojenja u toku godine, kao i povećanje stepena iskorišćenosti toplotne energije, doprinela bi poboljšanju ekonomskih efekata i sniženju cene električne energije.

Na osnovu analiziranih primera, kao i iskustva u drugim zemljama, može da se zaključi da bi korišćenjem čvrste biomase, kao goriva, cena proizvedene električne energije, pri kojoj se ostvaruje rentabilna proizvodnja, mogla da bude 7 do 12 €/kWh. Cena električne energije dobijene kogeneracijom biogasa bila bi u dijapazonu 11 do 16 €/kWh, pri čemu su više vrednosti ukoliko se koristi kospupstrat. Cena će, pre svega, zavisiti od veličine postrojenja, angažovanosti u toku godine i stepena iskorišćenja toplotne energije. Trebalo bi, kao što je to slučaj i u drugim zemljama, uvesti selektivne *feed-in* tarife za „zelenu“ električnu energiju za proizvodnju iz različitih vidova biomase, tipove i veličine postrojenja.

Prvi korak, nakon odlučivanja o pristupanju korišćenju biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, te određivanja *feed-in* tarifa za „zelenu“ električnu energiju, bio bi izgradnja dva do tri demonstraciona postrojenja, na kojima bi se mnogo detaljnije sagledali inženjerski, operativni i ekonomski problemi i rešenja.



7. POTENCIJALNI PODSTICAJNI FONDOVI

Gradnja postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije korišćenjem biomase kao goriva finansijski se podstiče u većini uređenih država. Fondovi za podsticaj su od privatnih, preko regionalnih unutar države, nacionalnih, internacionalno-regionalnih i svetskih.

Davanje bespovratnih sredstava, i preko 50%, tipično je za izgradnju demonstracionih postrojenja. Korisnik je tada u obavezi da svoje postrojenje da na uvid javnosti i da, u skladu sa ugovorom, omogući posete. Podsticaji su još veći ukoliko je reč o pilot postrojenju na kojem se obavljaju dodatna ispitivanja, radi unapređenja.

Tipično je da se izrada idejnog projekta, pretprojekta, ispitivanje i eksperimentalni rad na demonstracionim postrojenjima plaća iz javnih fondova, kako materijalni troškovi, tako i stručna radna snaga. To se sprovodi čak i ukoliko demonstraciono postrojenje gradi kompanija koja namerava da ga kasnije proizvodi ili komercijalno koristi. Kofinansiranje predstavlja izraz podrške društva i država unapređenju razvoja i zaštiti životne sredine.

Za finansiranje budućih demonstracionih i komercijalnih postrojenja na raspolaganju su brojne mogućnosti. Jedna od najznačajnijih je karbon kredit. Pored toga, postoje različiti podsticajni fondovi Evropske unije, namenjeni članicama, zemljama kandidatima, potencijalnim kandidatima pa i trećim zemljama, ukoliko je reč o proverenom doprinosu zaštiti životne sredine ili podsticaju za razvoj. Takođe, na raspolaganju su i brojni nacionalni fondovi, kako za gradnju demonstracionih postrojenja, tako i ostalih.

Karbon kredit

Namena davanja karbon kredita jeste da se smanji emisija CO₂ u atmosferu, a time povećanje debalansa i uticaj na povećanje efekta staklene bašte. Karbon kredit jedan je od mehanizama za ostvarenje zahteva Kjoto protokola. Karbon kredit može da se odobri za više aktivnosti, a najčešće za one kojima se:

- Smanjuje ili eliminiše emisija CO₂, na primer, korišćenjem biomase ili vodotokova,
- deluje na očuvanje životne sredine i negativnog efekta staklene bašte.

Najbolji način da se ispita mogućnost za dobijanje Karbon kredita jeste da se o tome obavesti nacionalna institucija zadužena za ovu oblast. Druga mogućnost je da se kontaktira UNFCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*.



Skupština Srbije je 24.9.2007. godine ratifikovala Kjoto protokol i potpisala Sporazum o energetske zajednici evropskih i zemalja Jugoistočnog Balkana, u kojem se, u zahtevima u vezi sa zaštitom životne okoline, jasno naglašava značaj Kjoto protokola i sugeriše potpisnicama da nađu način za što bržu primenu. U Srbiji ipak postoji način da se privredni subjekti i pravna lica uključe, uz pomoć investitora, u tzv. projekte CDM (*Clean Development Mechanism* – Mehanizam čistog razvoja).

Nacionalni centar za sprovođenje Mehanizma čistog razvoja u Srbiji je Ministarstvo za zaštitu životne sredine. Obaveštenja o pripremi, registraciji i realizaciji projekata, formulari i ostale informacije mogu da se nađu na sajtu www.carbonfinance.org.

Podsticajni fondovi Evropske unije

Evropska unija raspolaže brojnim fondovima za podsticanje ciljeva koji su zacrtani *Belom knjigom* i pratećim direktivama. Neki od fondova namenjeni su za gradnju demonstracionih, a neki za komercijalna postrojenja. Većina fondova namenjena je subjektima iz zemalja članica, ali postoje i oni za druge zemlje. Za Srbiju bi, ukoliko stekne status zemlje kandidata za člana, najznačajniji bili pretpristupni fondovi, te su posebno naglašeni.

Pored fondova koji su namenjeni sufinansiranju investicije, postoje mnogi koji su namenjeni podsticanju istraživanja i razvoja, te tehnološkog unapređenja. Oni mogu da se koriste kao potpora za aktivnosti za pripremu i testiranje demonstracionih i pilot kogeneracionih postrojenja za biomasu. Grupa fondova namenjena je za stručni monitoring sprovođenja zacrtane energetske politike i primene obnovljivih izvora energije.

Programi u periodu 2007-2013. su:

- **IPA** (Instrument za pretpristupnu pomoć) zamenice pretpristupne finansijske instrumente za period 2000-2006. PHARE, SAPARD i CARDS.
- **ENPI** (Instrument za evropsko susedstvo i partnerstvo) zamenice programe za 2000-2006. MEDA, TACIS i CARDS.
- **INTERREG III B CARDSES**, Susedski program. Ovim programom Srbiji se daju sredstva za projekte za očuvanje životne sredine. Detalji su na sajtu Ministarstva finansija www.evropa.sr.gov.yu.

Za podsticanje istraživanja i razvoja, ali i za podsticanje međunarodne saradnje i stvaranje evropskih mreža na raspolaganju su brojni fondovi i institucije, od kojih su najznačajnije:

- **FP7** – Sedmi okvirni program za istraživanje i razvoj (*Seventh Framework Programme*) www.cordis.lu. Evropski projekti koji obuhvataju oblast primene obnovljivih izvora energije, pa i kogeneraciju iz biomase.



- **EREC**, European Renewable Energy Council, www.eubia.org. Ova institucija razmatra sve kvalitetne predloge projekata u oblasti energetske primene biomase, bez obzira na to da li dolaze iz zemlje članice EU ili ne. Sredstva su na nivou koji može da obezbedi izradu idejnih projekata i praćenje efekata rada demonstracionih postrojenja. Aktivnosti su više usmerene ka popularizaciji primene obnovljivih izvora energije.

Fondovi u Srbiji

Najznačajniji fondovi za sufinansiranje demonstracionih i komercijalnih projekata su:

- Fond za zaštitu životne sredine, Novi Beograd,
- Fond za razvoj AP Vojvodine, Novi Sad,
- Fond za kapitalna ulaganja AP Vojvodina, Novi Sad,
- Fond za razvoj Republike Srbije, Beograd.

Najznačajnije institucije u Srbiji koje podržavaju istraživanje i razvoj su:

- Ministarstvo nauke Republike Srbije, Beograd,
- Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj APV, Novi Sad,
- Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Novi Sad,
- Agencija za regionalni razvoj, Novi Sad,
- REC – Regionalni centar za životnu sredinu, Beograd.

Postoje brojni drugi programi stranih država koje obezbeđuju sredstva za primenu obnovljivih izvora energije u Srbiji, a veličina tih sredstava je obično na nivou kojim može da se finansira studija izvodljivosti ili idejni projekat. Takođe, brojne banke odobravaju povoljne kredite za finansiranje, kako demonstracionih, tako i komercijalnih projekata korišćenja obnovljivih izvora energije, pa tako i biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije.



8. ZAKLJUČCI

Kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije može da se postigne da ukupan stepen korisnosti procesa bude i preko 85%. Zbog toga se primena kogeneracije podstiče i treba da se primenjuje gde god je to tehnološki i ekonomski moguće, a sa posebnim naglaskom na proizvodnju električne energije.

Primena obnovljivih izvora energije podržavana je na svetskom nivou, sa ciljem da se smanji debljina ugljen-dioksida u atmosferi, odnosno da se umani efekat staklene bašte. Drugi razlog za primenu obnovljivih izvora energije jeste da se smanji korišćenje fosilnih goriva čije su rezerve ograničene. Biomasa predstavlja jedan od najznačajnijih obnovljivih izvora energije u svetskim razmerama, a posebno u Vojvodini. Biomasa, kao obnovljivi izvor energije, obuhvata sva tri agregatna stanja: čvrsto – različita drvena biomasa, ostaci poljoprivredne proizvodnje, ostaci prerade i drugo, tečno – biljna ulja, bioetanol i gasovito – biogas.

Srbija, ukoliko istraje na putu ka pridruživanju Evropskoj uniji, ima obavezu da prati energetska politiku Unije. To znači da što više koristi obnovljive izvore energije, radi na unapređenju energetske efikasnosti, razvoju i primeni novih tehnologija za kogeneraciju. Druga međunarodna obaveza proističe iz potpisivanja Kjoto protokola. Korišćenje biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije jedan je od najperspektivnijih postupaka za ispunjavanje tih obaveza. Osim toga, korišćenjem domaćih resursa, potpomaže se privreda zemlje, postiže, strateški važna, manja zavisnost od uvoza energenata i otvaraju nova radna mesta.

Tehnologije za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije iz biomase brzo se razvijaju. Brojni postupci su na nivou potpune zrelosti za primenu u praksi. Za čvrstu biomasu to su parno-turbinska i ORC (*Organic Rankine Cycle*) postrojenja, a tom stepenu zrelosti približava se korišćenje Stirling motora i neka druga rešenja. Za korišćenje tečne biomase na raspolaganju su motori za biodizel, neesterifikovana biljna ulja i bioetanol, a za biogas gasni motor i gasni motor sa samopaljenjem.

Zemlje Evropske unije, pa i neke izvan nje, imaju razrađen sistem podsticanja primene biomase za kogeneraciju. Najraširenija mera je uvođenje pojma „zelene“ električne energije i posebne povlašćene tarife za električnu energiju koju proizvođač isporučuje u javnu mrežu. Cene „zelene“ električne energije su selektivne, prilagođene vrsti biomase i postrojenja, kao i veličini – snazi. U nekim zemljama posebnim dodacima na cenu stimuliše se primena novih tehnoloških rešenja. Manje se primenjuje sufinansiranje troškova investicija, a investitorima su na raspolaganju povoljni krediti fondova i banaka. Većina zemalja je prime-



nu korišćenja biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije započela gradnjom demonstracionih i/ili pilot postrojenja. Na takvim postrojenjima ispitani su, demonstrirani i provereni efekti rada.

Ekonomski pokazatelji kogeneracije korišćenjem biomase zavise od cene postrojenja (investicije), cene goriva, angažovanja u toku godine, troškova rada, stepena korisnosti, te cene električne i toplotne energije. Svaki od ovih parametara može da ima odlučujući uticaj na ekonomske pokazatelje. Tako, na primer, cena postrojenja za biljna ulja po jedinici snage je najniža, ali je gorivo najskuplje, pa je primena isplativa tek za visoke cene proizvedene električne energije.

Cena postrojenja zavisi od nazivne snage, pre svega, električne. Porastom snage, cena po jedinici instalisane snage opada.

Najznačajniji potencijali biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije u Vojvodini su ostaci ratarske proizvodnje, i to u malim i srednjim gazdinstvima. Trenutni potencijal za kogeneraciju procenjuju se na oko 229 GWh električne i 510 GWh toplotne energije godišnje. Ukoliko bi se unapredilo ubiranje kukuruzovine ranostasnih hibrida, uvela proizvodnja brzorasućih šuma i unapredile druge tehnologije skupljanja biljnih ostataka, kao i postupci za kogeneraciju, do 2020. godine potencijal bi porastao na 640 GWh električne i 1.480 GWh toplotne energije godišnje. Alternativu, za slučaj davanja punog prioriteta proizvodnji električne energije, predstavlja gradnja električnih centrala, koje bi kao gorivo koristile biomasu. Tri centrale, pojedinačne snage 15 MW_e, godišnje bi proizvodile oko 320 GWh električne energije, koristeći oko 250.000 t biljnih ostataka, pre svega, slame.

Najznačajnija barijera za primenu biomase kao izvora energije, jeste uticaj odnošenja sa njive na plodnost zemljišta. Ova problematika nije dovoljno razrađena, a pristupi pojedinih eksperata su ponekad veoma različiti. Na osnovu preovlađujućih mišljenja, odnošenje 1/3 do 1/2 biljnih ostataka, u proseku, ne bi trebalo da ima negativnih posledica na plodnost zemljišta. Veliki uticaj pri tome ima to koja se biljna vrsta proizvodi, kakvo je stanje zemljišta, da li se unosi stajnjak, plodored, klimatski uslovi, agrotehnika i drugo.

Nepouzdanost snabdevanja i variranje cena druga je poteškoća za planiranje korišćenja biomase, kao goriva za kogeneraciju. To je posebno izraženo ukoliko se ona kupuje od više gazdinstava.

Razmatrani perspektivni primeri pokazali su da na cenu električne energije pri kojoj se ostvaruje nulta rentabilnost značajno utiče, kao što je i pretpostavljeno, angažovanje postrojenja u toku godine i udeo toplotne energije koji se iskoristi. Stoga bi primena u tehnološke svrhe, kada se energija koristi gotovo u celosti, a angažovanje u toku godine je duže, bila najpoželjnija. U slučaju da se postrojenje koristi za grejanje, godišnje angažovanje je oko 4.500 sati, a iskorišćenost toplotne energije do oko 63%, što utiče na povećanje cene električne energije pri kojoj se ostvaruje profitabilna proizvodnja.



Ocenjeno je da bi, u zavisnosti od cene goriva, veličine postrojenja, angažovanja u toku godine i stepena iskorišćenja toplotne energije, cena električne energije dobijene korišćenjem čvrste biomase bila 7 do 12 €/kWh, a pri korišćenju biogasa 11 do 16 €/kWh. Ovi pokazatelji trebalo bi da se provere na dva do tri demonstraciona postrojenja, na kojima bi mogli mnogo detaljnije da se sagledaju inženjerski, operativni i ekonomski problemi i rešenja.

Za gradnju demonstracionih i komercijalnih postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije iz biomase na raspolaganju su brojni fondovi. Najznačajniji međunarodni su Karbon kredit i pretpriprustni fondovi Evropske unije. Najznačajnije nacionalne institucije za finansijsku podršku su: Fond za zaštitu životne sredine, Fond za razvoj AP Vojvodine, Fond za razvoj Republike Srbije i Fond za kapitalna ulaganja AP Vojvodine.

Brojne međunarodne i nacionalne institucije obezbeđuju finansijsku podršku za istraživanje i razvoj, uključujući i rad na praćenju efekata demonstracionih postrojenja. Najznačajnije institucije su FP7, Ministarstvo nauke Republike Srbije, Sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine i Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine.

Preduslovi i buduće aktivnosti

Uprkos do sada preuzetim međunarodnim obavezama kada je reč o korišćenju obnovljivih izvora energije, primena biomase za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije dobiće potpun značaj tek kada Srbija postane kandidat za članstvo u Evropskoj uniji. Prva i neophodna mera bila bi da se ozvaniči „zelena“ električna energija i donesu zakonske podloge za prihvatanje te energije u javnu mrežu. Istovremeno, morale bi da se odrede cene te energije – *feed-in* tarifa. Cene električne energije proizvedene iz biomase moraju da budu takve da stimulišu potencijalne investitore na ulaganje i proizvodnju.

Naredna mera bila bi da se u Vojvodini izgrade dva ili tri demonstraciona postrojenja, koja bi poslužila za proveru svih parametara kogeneracije iz biomase, ali i kao dobra podloga za donošenje podsticajnih mera.

Sledeće aktivnosti i projekti trebalo bi da uslede kao priprema za primenu biomase, kao goriva za kogeneraciju:

1. Studija mogućnosti korišćenja biomase za postrojenja koja bi toplotnu energiju koristila za tehnološke potrebe, ili kombinovano za tehnološke i grejanje. Takođe, trebalo bi da se razmotre mogućnosti da se toplotna energija, pored primene za grejanje, koristi i za druge svrhe, pre svega za klimatizaciju u letnjem periodu, čime bi se povećalo godišnje angažovanje i/ili povećao stepen iskorišćenja.
2. Detaljno razmatranje uticaja odnošenja biomase na plodnost i karakteristike zemljišta, s uputstvima za potencijalne buduće korisnike.



3. Razvoj tehnologije i mašina za ubiranje kukuruzovine, slame uljane repice i glava suncokreta, radi povećanja energetskog potencijala biomase za kogeneraciju u Vojvodini.
4. Studija mogućnosti zasnivanja zasada brzorastućih šuma i drugog bilja u Vojvodini, kao adekvatnih postupaka za spremanje te biljne mase za energetske svrhe.
5. Stalno praćenje unapređenja tehnologije i tehnike u oblasti kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije korišćenjem biomase kao goriva u svetu i ocena primenljivosti kod nas.

CIP – Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

620.95:621.24
620.95:697.329
620.95:330.13(497.113)

MOGUĆNOSTI kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije iz biomase u AP Vojvodini / [urednik Milan Martinov]. – Novi Sad : Fakultet tehničkih nauka, 2008 (Novi Sad : Daniel print). – 40 str. : graf. prikazi, tabele ; 25 cm

Tiraž 500.

ISBN 978-86-7892-106-3

а) Енергија из биомасе, комбинована - Електрична енергија - Топлотна енергија - Технологија б) Енергија из биомасе, комбинована - Економски аспект - Војводина ц) Енергија из биомасе, комбинована - Перспективе - Војводина

COBISS.SR-ID 230561799