

Korišćenje biomase u malim kogeneracionim postrojenjima - potencijal i tehnologije

REZIME

Težnja da se smanji emisija gasova staklene bašte, kao i potreba za obezbeđivanjem sigurnosti u snabdevanju energentima, dovele su do veće primene energetski efikasnih tehnologija i obnovljivih izvora energije. Kogeneracija (simultana proizvodnja toplote i električne energije) predstavlja jedan od najpovoljnijih vidova energetski efikasne tehnologije, jer su gubici primarne energije manji nego kod odvojenog generisanja toplote i električne energije. U 27 zemalja članica Evropske Unije, oko 70% sistema daljinskog grejanja je zasnovano na kogeneracionim postrojenjima. Dodatna prednost kogeneracije postiže se primenom nekog od obnovljivih izvora energije kao goriva, jer se na taj način postiže "dvostuki efekat" u pogledu smanjenja emisije gasova staklene bašte.

Biomasa predstavlja jedan od najzastupljenijih obnovljivih izvora energije u Srbiji. Različite procene pokazuju da energetski potencijal biomase iznosi 2.400 - 2.700 ktoe godišnje (62,7% učešća u ukupnom potencijalu obnovljivih izvora), gde 1.000 ktoe predstavlja potencijal drvene biomase, a više od 1.400 ktoe potiče od poljoprivredne biomase. Kako najveća količina biomase potiče od prerade drveta i poljoprivrede, u Srbiji postoji značajan potencijal za upotrebu biomase, pre svega, u malim kogeneracionim postrojenjima koja bi snabdevala energijom drvnu industriju, farme, ili delove opština. Biomasa se najčešće nalazi u čvrstom i gasovitom obliku što iziskuje i različite kogeneracione tehnologije.

U radu će biti prikazan nivo korišćenja biomase u kogeneracionim postrojenjima u EU, potencijal za korišćenje biomase u malim kogeneracionim postrojenjima u Srbiji, prednosti i nedostaci, kao i komercijalno dostupne kogeneracione tehnologije.

1. UVOD

Nalazišta fosilnih goriva, pre svega nafte i prirodnog gasa, su ograničena i koncentrisana u relativno malom broju država, uglavnom van evropskog kontinenta, zbog čega se evropski energetski sektor suočava sa brojnim izazovima, kao što su osiguravanje sigurnosti snabdevanja energijom, stabilizacija i smanjenje emisije gasova staklene bašte, i održavanje konkurentnosti privrede kroz zadržavanje cena energenata na pristupačnom nivou Š1Ć. Zbog toga, su se sve zemlje članice EU obavezale na promene odnosa u energetskom sektoru, koje se temelje na zajedničkim pravilima propisanim u direktivama EU Š2Ć. Ovim direktivama (Direktiva 2003/30/EK o promovisanju korišćenja biogoriva i drugih goriva iz obnovljivih izvora energije u sektoru sao-

ABSTRACT

Tendency to reduce greenhouse gas emissions and the need for ensuring security of energy supply have led to greater usage of energy efficient technologies and renewable energy sources. Cogeneration (simultaneous production of heat and electricity) is one of high-efficiency technologies, because the losses of primary energy are less than the separate generation of heat and power. Approximately, 70% of the district heating is based on cogeneration plants in the 27 EU member-states. An additional advantage of cogeneration is achieved by using one of the renewable energy sources as fuel, because these technologies can provide a double low-carbon benefit.

Biomass is one of the most represented renewable energy sources in Serbia. Various estimations suggest that energy potential of biomass is 2,400 - 2,700 ktoe per year (62.7% of the total potential of renewable energy), where 1,000 ktoe is the potential of wood biomass and more than 1,400 ktoe is the potential of agricultural biomass. As the largest amount of biomass derived from wood processing and agriculture, Serbia has significant potential for the use of biomass, primarily in small cogeneration plant that can ensure energy supply for wood processing industry, farms, or parts of municipalities. Biomass is most commonly found in solid and gaseous form that requires a various cogeneration technologies.

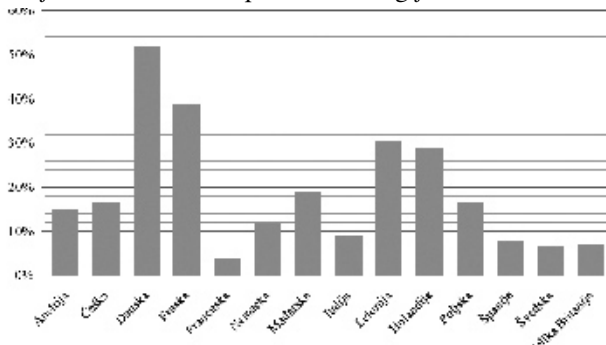
The level of utilization of biomass in cogeneration plants in the EU, the potential for biomass utilization in small cogeneration plants in Serbia, their advantages and disadvantages, as well as commercially available cogeneration technologies will be presented in this paper.

braćaja, Direktiva 2009/28/EK o promovisanju upotrebe energije iz obnovljivih izvora kojom se menjaju i dopunjavaju i na osnovu koje prestaju da važe Direktive 2001/77/EK i 2003/30/EK i Direktiva 2004/8/EK o promociji kogeneracije na osnovu potražnje toplote na unutrašnjem tržištu energije) predviđena je veća primena energetske efikasne tehnologije i obnovljivih izvora energije (OIE).

Kogeneracija predstavlja simultano generisanje toplote i snage u jednom postojenju (combined heat and power - CHP), dok se pod obnovljivim izvorima energije podrazumevaju: biomasa, hidropotencijali velikih i malih vodnih tokova (sa objektima do 10 MW), geotermalna energija, energija vetra i neakumulirana sunčeva energija Š3Ć Š4Ć. Kako i kogeneracija i upotreba OIE doprinose smanjenju emisije gasova staklene bašte, upotrebom OIE kao goriva u kogeneracionim postrojenjima postiže se "dvostuki efekat" u pogledu smanjenja emisije gasova staklene bašte, i povećanja energetske efikasnosti. Biomasa predstavlja najpovoljniji oblik OIE koji se može koristiti u kogeneracionim postrojenjima jer se može uspešno koristiti kao zamena za fosilna goriva. Biomasa može da bude u različitim oblicima i stanjima, najčešće u čvrstom stanju (poljoprivredni ostaci, otpaci drveta iz šumarstva i drvoprerađivačke industrije, ostaci od prehrambene i papirne industrije, biorazgradivi komunalni otpad) i gasovitom stanju (deponijski gas, gas dobijen iz stajskog đubriva i gas od obrade otpadnih voda) [5].

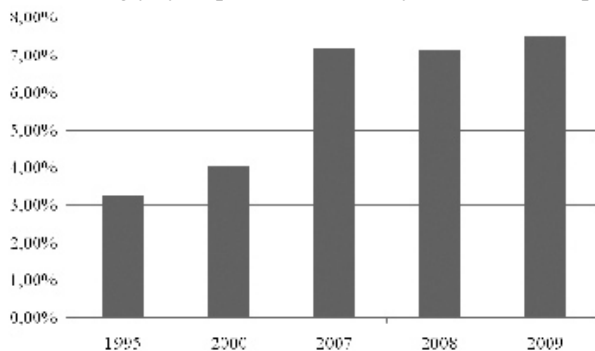
2. NIVO KORISĆENJA BIOMASE U KOGENERACIONIM POSTROJENJIMA U EU

Od ukupno generisane električne energije, samo oko 10% je generisano iz kogeneracionih postrojenja u EU. Nekoliko zemalja (Danska, Finska i Letonija) poseduju značajniji udeo električne energije dobijene iz kogeneracionih postrojenja u ukupno generisanoj električnoj energiji i to između 30% i 50%, slika 1 [6]. Svaka od ovih zemalja ima jedinstven pristup, ali jedan od elemenata je zajednički svim zemljama sa uspešnim CHP tržištima: državne politike koje su fokusirane na snabdevanje električnom i toplotnom energijom.



Slika 1 Udeo električne energije dobijene iz kogeneracionih postrojenja u ukupno generisanoj električnoj energiji

Kada se u obzir uzmu samo postrojenja koja kao gorivo koriste neki od obnovljivih izvora energije ili otpad, udeo CHP postrojenja u generisanju električne energije je ispod 8% za zemlje OECD-Evropa.



Slika 2 Udeo električne energije dobijene iz kogeneracionih postrojenja, koja koriste OIE ili otpad, u ukupno generisanoj električnoj energiji iz OIE ili otpada OECD-Evropa

Ukupna količina električne energije koja je generisana iz postrojenja koja koriste OIE ili otpad (za zemlje OECD-Evropa) je 834.629 GWh u 2009. godini, od čega je iz CHP postrojenja dobijeno 62.874 GWh. Kao što se može videti iz tabele 1, ukupna količina električne energije dobijena iz OIE za period 1995-2009, ima prosečan godišnji porast od 2,9%, dok rast udela CHP postrojenja za isti period iznosi prosečno 9%. Iz CHP postrojenja koja kao gorivo koriste biomasu (čvrstu i gasovitu) dobija se oko 7,5% električne energije dobijene iz OIE, pri čemu je znatno veći udeo iz postrojenja koja koriste čvrstu biomasu [7].

		1995	2000	2007	2008	2009
Ukupno električne energije iz OIE ili otpada		563.586	653.283	762.472	810.000	834.629
Ukupno		18.433	26.444	54.919	57.783	62.874
CHP postrojenja	Čvrsta biomasa	13.598	17.334	31.933	34.258	38.701
	Biogas	1.017	1.166	3.952	4.176	4.922

Tabela 1. Količina električne energije dobijene iz CHP postrojenja koja koriste biomasu [GWh]

U 27 zemalja članica Evropske Unije, oko 70% sistema daljinskog grejanja je zasnovano na kogeneracionim postrojenjima. U zemljama OECD-Evropa, generisano je 434.590 TJ toplote (2009.) u postrojenjima koja koriste OIE, što je znatno više u odnosu na 2000. godinu. Iz tabele 2, se može uočiti da od ukupno generisane toplote iz OIE, blizu 70% se dobija iz CHP postrojenja, gde biomasa ima udeo od oko 50% [7].

		1995	2000	2007	2008	2009
Ukupno električne energije iz OIE ili otpada		184.101	242.151	381.850	412.165	434.590
Ukupno		115.529	157.886	262.817	285.933	297.707
CHP postrojenja	Čvrsta biomasa	37.588	67.106	131.758	143.318	146.976
	Biogas	1.464	1.717	4.285	4.833	4.861

Tabela 2. Količina toplote dobijene iz CHP postrojenja koja koriste biomasu [TJ]

3. KOGENERACIONE TEHNOLOGIJE KOJE MOGU KORISTITI BIOMASU KAO GORIVO

PARNE TURBINE (KONVENCIONALNI RANKINOV CIKLUS)

Najveći broj postrojenja koja koriste čvrstu biomasu kao gorivo, zasnovano je na konvencionalnom Rankinovom ciklusu. Ova postrojenja koriste kotao za sagorevanje biomase, najčešće u fluidizovanom sloju, zajedno sa parnom turbinom. Ovi sistemi se koriste za postrojenja čija je snaga iznad 3 MWe i to najčešće u novijim CHP postrojenjima. Pored kotlova za sagorevanje u fluidizovanom sloju, u CHP postrojenjima se koriste i kot-

lovi za sagorevanje na rešetki. Ova tehnologija se najčešće koristi u kotlovima za toplu vodu i proizvodnju pare u postrojenjima male snage. Manje su osetljive na promenu kvaliteta goriva i novije tehnologije paljenja omogućavaju sagorevanje veoma vlažnog materijala kao što su strugotina i ostaci kore drveta. Zbog jednostavne konstrukcije, ova tehnologija je povoljna za upotrebu u CHP postrojenjima manje snage. Pritisak pare koji se postiže konvencionalnim Rankinovim ciklusom je od nekoliko do 100 bar u kogeneracionim postrojenjima dok je moguće postići temperaturu od 540°C. Efikasnost ovih postrojenja može biti i viša od 85%, posebno kada je toplota primarni produkt. [8] [9]

GASNE TURBINE

Gasne turbine predstavljaju tehnologiju koja se zasniva na Džulovom (u zapadnoj literaturi Brajtonov) ciklusu. Ukoliko se kao gorivo koristi prirodni gas ili neko drugo visoko-kvalitetno gorivo imaju više prednosti u odnosu na parne turbine. Ove prednosti se ogledaju u: višoj efikasnosti, manjim kapitalnim troškovima, bržem pokretanju, zahtevaju manje radne snage, imaju veću dostupnost i manjih su dimenzija. Pored niza prednosti, gasne turbine imaju nekoliko nedostataka i to visok nivo buke, dug period remonta i učinak zavisi od spoljašnjih uslova. Kvalitet goriva je ometao korišćenje biomase u gasnim turbinama, pa je za njihovo korišćenje potrebno izvršiti redizajn sistema, posebno ako se radi o gorivima sa niskom donjom toplotnom moći [8].

Mikroturbine predstavljaju umanjene verzije gasnih turbina i imaju efikasnost proizvodnje električne energije do 30% u CHP postrojenjima. Pored toga imaju mogućnost korišćenja više goriva, nizak nivo emisije, potencijal obnavljanja energije i minimalno održavanje. Primenom u CHP postrojenjima, može se ostvariti ukupna efikasnost koja je veća od 80%. Postojeći mikroturbinski sistemi su veličine od 25 do 80 kW, što je dovoljno da se zadovolje potrebe jedne stambene zgrade ili ustanove. Većina komercijalno dostupnih mikroturbina se sastoji od generatora, turbine i kompresora montiranih na zajedničkoj osovini i vrlo visoke ugaone brzine (do 90.000 o/min). Nizak nivo vibracija i modularnost konstrukcija čine mikroturbine pogodnim za CHP postrojenja, ali je potrebno da biogoriva imaju zadovoljavajući kvalitet [10].

KOMBINOVANI CIKLUS

Kombinovani ciklus se obično primenjuje na setovima gasnih turbina, jer su one u mogućnosti da generišu toplotu koja omogućava generisanje pare na pritisku koji je dovoljno visok za optimizovan rad parne turbine. CHP postrojenja koja koriste ovaj ciklus imaju vema visok stepen korisnosti za proizvodnju električne energije i to do 55%.

MOTORI SA UNUTRAŠNJIM SAGOREVANJEM

Motori sa unutrašnjim sagorevanjem su pogodni za primenu u manjim postrojenjima za generisanje električne energije i toplote (rekuperacija toplote iz izduvnih gasova, sredstva za podmazivanje i rashladne tečnosti).

Poseduju robusnu konstrukciju, proverenu tehnologiju, ali je potrebno redovno održavanje i servisiranje. Dostupni su u opsegu od nekoliko kWe do 10 MWe, i mogu da koriste različita goriva zbog čega su pogodni za primenu u raznim CHP postrojenjima, od primene u porodičnim kućama, preko stambenih zgrada i institucija do manjih industrijskih postrojenja. Zahtevaju relativno niske investicione troškove i kratko vreme za izgradnju, a pored toga imaju kratak period pokretanja/isključivanja, prilagodljive parametre rada, visok stepen iskorišćenja i relativno lako održavanje [10] [9].

Otovi i Dizel motori su u širokoj upotrebi u evropskim zemljama u malim postrojenjima. Ovi motori su veoma konkurentni za upotrebu u postrojenjima snage ispod 2 MWe. Nedostatak ovih motora je visok nivo niskofrekventne buke i visoki troškovi održavanja. Cena generisanja električne energije u postrojenjima koja koriste biogas iznosi ok 0.11 €/kWh [8].

STIRLINGOV MOTOR

Stirlingovi motori teorijski koriste isti ciklus kao što je Karnoov ciklus, pa imaju potencijalno veću efikasnost u odnosu na sisteme koji rade po Rankinovom ili Džulovom ciklusu. Stirlingov motor ima visoku efikasnost, dobre performanse na delimičnim opterećenjima, nizak nivo emisije, nizak nivo buke i vibracija. Kako ovi motori rade na principu spoljašnjeg sagorevanja, to znači da bilo koji izvor toplote može biti korišćen za njegovo pokretanje, a samim ti i različite vrste goriva. Kao radni fluid u Stirlingovim motorima, koristi se vodonik, helijum ili vazduh [8] [9].

Ovi motori su obično automatizovani i jednostavni za održavanje. Za primenu u mikro-kogeneraciji Stirlingovi motori imaju brojne prednosti: proizvodnja električne energije je nezavisna od proizvodnje toplote, lako se upravlja i mogu da budu izrađeni kao izmenjive jedinice. Ukoliko je izlazna snaga između 2 i 50 kWe, efikasnost proizvodnje električne energije je između 15 i 35%.

	<i>Prednosti</i>	<i>Nedostaci</i>
<i>Parni motori</i>	Princip rada je isti kao kod parnih turbina i mogu se koristiti sve vrste goriva.	Nedostatak u dostizanju određenog pritiska kao i u sistemu za podmazivanje. Zbog toga su zamenjeni parnim turbinama, motorima sa unutrašnjim sagorevanjem i elektromotorima
<i>Gorive ćelije</i>	Gorive ćelije imaju visoku efikasnost za proizvodnju električne energije čak i u malim postrojenjima. Mogu biti potpuno automatizovane, dozvoljavaju brze promene opterećenja i imaju male potrebe za održavanjem.	Nedostatak su skupi materijali i izrada, kao i visoki investicioni troškovi.
<i>Organski Rankinov ciklus</i>	Pogodni su za iskorišćenje otpadne toplote (npr. izduvni gasovi dizel motora, gasovi iz sušara...), jer mogu koristiti toplotu ispod 500°C.	Nedostatak predstavljaju skupe organske tečnosti, koje pored toga mogu biti i opasne po životnu sredinu.
<i>ABC (air bottoming cycle)</i>	Podiže izlaznu snagu gasne turbine do 25%. Radni fluid iz ovog ciklusa se može koristiti i za zagrevanje prostora ili sušenje	Cena postrojenja.
<i>Gasne turbine koje rade na principu isparivanja</i>	Efikasnost slična kao kod postrojenja sa Dizel motorom ili kombinovanim ciklusom. Do 30% jeftinija proizvodnja električne energije u poređenju sa kombinovanim ciklusom.	U procesu razvoja i ispitivanja.
<i>Gasne turbine sa spoljašnjim sagorevanjem</i>	Umesto komore za sagorevanje koriste razmenjivač toplote. Fleksibilnost u pogledu vrste goriva, visoka efikasnost i niska emisija NOx.	Ograničena temperatura u razmenjivaču toplote. U procesu istraživanja povećanje temperature u razmenjivaču primenom keramičkih materijala.

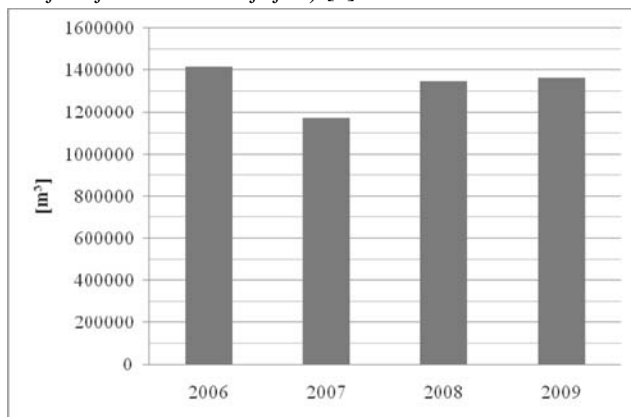
Tabela 3. CHP tehnologije koje su ili imale značajniju upotrebu ili su u oblasti istraživanja

OSTALE TEHNOLOGIJE

Pored gore pet pomenutih tehnologija koje se nalaze u široj primeni CHP postrojenjima, postoji još nekoliko tehnologija koje su ili imale značajniju upotrebu ili su u oblasti istraživanja. Ove tehnologije su prikazane u tabeli 3.

4. POTENCIJAL KORIŠĆENJA BIOMASE U KOGENERACIONIM POSTROJENJIMA U SRBIJI

Različite procene pokazuju da energetske potencijal biomase iznosi 2.400 - 2.700 ktoe godišnje (62,7% učešća u ukupnom potencijalu OIE), gde 1000 ktoe predstavlja potencijal drvene biomase (seča drveta i otpaci drvene mase pri njenoj primarnoj i sekundarnoj preradi), a više od 1.400 ktoe se sastoji od poljoprivredne biomase (ostaci poljoprivrednih i ratarskih kultura, uključujući i tečni stajnjak) [3].

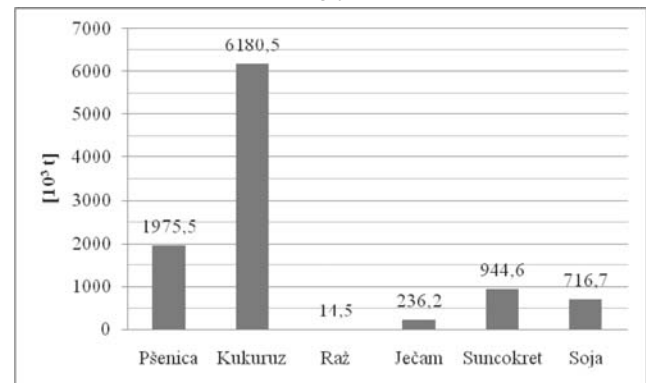


Slika 3 Produkcija ogревноg drveta u Srbiji u periodu 2006 - 2009

Oko 2 miliona hektara ili 29% teritorije Srbije (bez Kosova i Metohije) je pokriveno šumama, što predstavlja ogroman potencijal. Ukupan godišnji zapreminski prirast drvene zapremine u Srbiji iznosi 6,2 miliona m³. Prosečna zapremina je 101,7 m³ po hektaru, odnosno zapreminski prirast od 2,6 m³/ha, što pokazuje da se godišnje u šumama akumulira 1,22 Mtoe [12]. Prema podacima RZS koji su prikazani na slici 3, godišnje se poseče oko 1.325.000 m³ drveta (prosečne gustine 700 kg/m³), koje se koristi kao energent [11]. Kako u šumama Srbije, ostaje i veća količina drvenih ostataka, realno bi za dobijanje toplotne energije bez većih ulaganja, a sa boljom organizacijom moglo da se koriste oko 1,1 milion m³ drvenih ostataka. Međutim, uprkos ovom potencijalu, drvo zauzima još uvek niske pozicije u zadovoljenju energetske potreba. Glavni razlog za to je veliko nerazumevanje da domaće snabdevanje drvnom biomasom može da obezbedi čistu energiju iz obnovljivog izvora, kao i dodatne koristi koje drvo pruža.

Srbija ima značajnu ratarsku proizvodnju, iz koje se generiše oko 10 miliona tona ostataka godišnje, slika 4, koji se mogu koristiti kao potencijalni izvor energije [11]. Bez obzira što se nalazi polovina raspoloživih biljnih ostataka, koji se mogu koristiti u energetske svrhe, u Vojvodini je 2006. upotreba bila

na zanemarljivom nivou, pre svega zbog naglašeno niske cene električne energije [13].



Slika 4 Ostaci od ratarske proizvodnje u Srbiji na godišnjem nivou (prosek za period 2006 - 2009)

Korišćenjem matematičkog modela prikazanog u [14] i dostupnih statističkih podataka moguće je proceniti količinu električne energije i toplote koja se dobija iz CHP postrojenja koja kao gorivo koriste biomasu. Količina proizvedene električne energije E_e [MWh/god] može se prikazati preko izraza (1), a količina toplote E_t [MWh/god] preko izraza (2).

$$E_e = Y \cdot H_b \cdot \eta_e \quad (1)$$

$$E_t = Y \cdot H_b \cdot \eta_t \cdot f_u \quad (2)$$

gde su Y [t/god] raspoloživa količina biomase, H_b [MWh/t] energetska vrednost biomase, η_e [-] efikasnost CHP postrojenja za proizvodnju električne energije, η_t [-] efikasnost CHP postrojenja za proizvodnju toplote, f_u [-] specifični faktor iskorišćenja toplote.

Energetska vrednost biomase, najčešće, kreće se u intervalu od 3,8 - 5,0 MWh/t, pri čemu se za standardnu vrednost najčešće usvaja $H_b=4,5$ MWh/t. Specifični faktor iskorišćenja toplote ima vrednosti od 0 - 1, dok se kao standardna vrednost uzima $f_u=0,5$ [15]. Efikasnost CHP postrojenja, zavisi prvenstveno tehnologije koja se koristi, tabela 4.

Tehnologija	Gorivo	Snaga [MW]	Efikasnost za proizvodnju el. energije	Ukupna efikasnost
Parna turbina	sve vrste	0,5 - 500	7 - 20%	60 - 85%
Gasna turbina	gasovita i tečna	0,25 - 50	25 - 42%	65 - 87%
Kombinovani ciklus	gasovita i tečna	3 - 300	35 - 55%	73 - 90%
Motor sa unutrasnjim sagorevanjem	gasovita i tečna	0,003 - 20	25 - 45%	65 - 92%
Stirlingov motor	sve vrste	0,003 - 1,5	40%	65 - 85%

Tabela 4. Karakteristične veličine komercijalno dostupnih tehnologija koje se koriste u CHP postrojenjima

U tabeli 5, prikazane su različite tehnologije koje se koriste u CHP postrojenjima, kao i vrsta agregatno stanje (odnosno vrsta goriva) koja se može koristiti. Čvrsta biomasa, bez prethodne konverzije, pogodna je samo za korišćenje u postrojenjima sa parnim turbinama, dok se biogas i tečna biomasa, mogu koristiti sa svim dostupnim tehnologijama. Kako se ogrevno drvo i drveni ostaci najlakše koriste u čvrstom stanju, ukupna količina električne energije koja se može

generisati u CHP postrojenjima sa parnom turbinom je od 535 - 1.530 GWh/god, u zavisnosti od efikasnosti postrojenja. Sa druge strane, količina toplotne energije koja bi se mogla generisati je od 6.480 - 9.900 TJ/god, pri specifičnom faktoru iskorišćenja toplote od 0,5.

Ostaci od ratarske proizvodnje mogu se koristiti kako u čvrstom stanju, tako i u gasovitom (proces anaerobne digestije). Iako se generiše nešto više od 10 miliona tona ostataka između ratara, stočara, tehnologa, energetičara i ostalih potencijalnih korisnika biomase iz poljoprivrede, postoje različita mišljenja u koje bi svrhe bilo najpovoljnije koristiti biomasu. Neke procene ukazuju na to da se bez većih posledica za očuvanje kvaliteta zemljišta u svrhu dobijanja energije može iskoristiti 25 -30% tih resursa [16]. Uzimanjem u analizu 27% iskorišćenja ostataka od ratarske proizvodnje, godišnje se iz CHP postrojenja, koja bi kao gorivo koristila ostatke od ratarske proizvodnje, može generisati oko 856 - 4.900 GWh/god, dok bi se istovremeno moglo generisati oko 10.566 - 15.840 TJ/god toplote.

Značajnija količina biogasa mogla bi se dobiti iz tečnog stajnjaka koji se generiše na farmama za uzgoj svinja i junadi. Sa ovakvih farmu u Srbiji bi godišnje moglo biti generisano oko 8.700 Nm³/dan, odnosno oko 3.175.000 Nm³/god, energetske vrednosti 6 - 7 kWh/Nm³ [12]. Od količina biogasa, iskorišćene u CHP postrojenjima, moglo bi se generisati između 5 - 11 GWh/god električne energije i između 14,4 - 27 TJ/god toplote (faktor iskorišćenja toplote $f_u=0,5$). Količina energije dobijena iz tečnog stajnjaka, u poređenju sa količinom energije dobijenom od drvene biomase ili ostataka ratarske proizvodnje je mala, ali ima značajne ekološke prednosti.

Proizvodnja električne energije u Srbiji (bez Kosova i Metohije) je u 2010. godini iznosila je oko 35.855 GWh [17]. Udeo u proizvodnji električne energije iz CHP postrojenja, koja koriste biomasu kao gorivo, u ukupnoj proizvodnji iznosilo bi između 3,9 - 18% (1.396 - 6.441 GWh/god) što zavisi samo od efikasnosti tehnologije koja se koristi. Dostupna količina biomase, bila bi dovoljna za snabdevanje 50 CHP postrojenja snage 10 MWe, i prosečne efikasnosti 20% za proizvodnju električne energije. Odabirom efikasnije tehnologije, broj postrojenja bi mogao biti i veći.

5. ZAKLJUČAK

Kogeneracija kao vid efikasnog dobijanja korisne energije i biomasa kao najzastupljeniji OIE u Srbiji, mogu značajno doprineti smanjenju energetske zavisnosti Srbije, ali i omogućiti sigurno snabdevanje energijom, posebno u ruralnim predelima, ali i delovima gradova ili industriji. Korišćenjem biomase, kao najpovoljnijeg oblika OIE za primenu u kogeneracionim postrojenjima, doprinosi se i smanjenju emisije gasova staklene bašte i to "dvostrukim efektom". U evropskim zemljama, OIE imaju značajan udeo u generisanju toplote, pri čemu se oko 70% dobija iz CHP postrojenja i ono što je značajno za ove zemlje je snažna podrška državnih institucija.

Iskorišćenjem raspoloživog potencijala biomase u komercijalno dostupnim tehnologijama, teorijski udeo, na ovaj način generisane električne energije u ukupnoj proizvodnji električne energije iznosio bi od 3,9 - 18%. Ovaj udeo, pre svega, zavisi od primenjene tehnologije. Sastav biomase u Srbiji je takav da najveći deo čine drvena biomasa i ostaci ratarske proizvodnje, koje su najpovoljnije za upotrebu u postrojenjima koja koriste konvencionalni Rankinov ciklus, pa je stvarni udeo bliži donjoj vrednosti. Deo ostataka ratarskih kultura, može se efikasno, anaerobnom digestijom prevesti u gasovito stanje, pa se može koristiti i u efikasnijim tehnologijama.

Pored toga što biomasa predstavlja jedan od značajnih energetske izvora u Srbiji, koristi se mali deo raspoloživog energetske potencijala, najčešće u vidu tradicionalnog korišćenja drvene biomase za kuvanje i zagrevanje prostora, dok se ostaci ratarske proizvodnje, najčešće, spaljuju na njivama, preoravaju ili koriste kao hrana za tov životinja. Ove činjenice, možda, predstavljaju i najveću prepreku značajnijem iskorišćenju biomase, posebno u ruralnim predelima, gde je socijalna struktura stanovništva takva da teško prihvata promene u pogledu tradicionalno stečenih iskustava i navika. U gradovima, takode, postoje velike grupe stanovništva koje koriste ogrevno drvo, međutim prednost urbanih sredina predstavlja mogućnost izgradnje centralizovanih CHP postrojenja. Spaljivanje ostataka ratarske proizvodnje na njivama, često ima veoma štetne posledice po životnu sredinu.

Energetsko iskorišćenje poljoprivrednih ostataka je slabo zastupljeno, a raniji pokušaji prerade ostataka u energente najčešće su se neslavno završavali. Razlozi za to su bili finansijske prirode, a u nedostatku podrške nadležnih državnih institucija. U brdsko-planinskim područjima probleme vezane za značajniju iskorišćenost poljoprivrednih ostataka u energetske svrhe, predstavlja nepovezanost, kao i teška pristupačnost domaćinstvima koja se bave uzgojem žitarica.

Problemi koji se javljaju u iskorišćenosti ostataka stočarske proizvodnje su, slični onima koji se javljaju kod eksploatacije poljoprivrednih ostataka u brdsko-planinskim predelima. To se pre svega odnosi na koncentrisanost stočarske proizvodnje na manjim farmama, kao i udaljenost farmi jedne od druge.

Najveći deo ratarske proizvodnje u Srbiji se odvija u Vojvodini i u ravničarskim predelima oko velikih reka, što predstavlja veliku pogodnost za buduću eksploataciju, dok bi se kod eksploatacije drvene biomase trebalo fokusirati na organizovano prikupljanje i izgradnju malih centralizovanih CHP postrojenja, uz edukaciju stanovništva. Korišćenje kogeneracije i OIE, država podstiče kroz feed-in tarife.

6. LITERATURA

- 1 Mihajlov A.: Opportunities and challenges for a sustainable energy policy in SE Evropa: SE Evropaan Energy Community Treaty, Renewable and

- 2 Sustainable Energy Reviews 14(2010):872-75.
- 2 Raguzin I., and Ž. Tomšić: Legislation framework for Croatian renewable energy sources development. *Thermal Science*, 2007; 11(3):27-42.
- 3 Babić M., D. Gordić, M. Despotović, N. Jovičić, V. Šušteršič, i V. Babić: Razvojni ekonomsko-legislativni orijentiri programa ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije u oblasti obnovljivih izvora energije, *Energija, List Saveza energetičara: Energija, ekonomija i ekologija*, 2007; 9(1-2):16-38.
- 4 Mesarović M. i M. Čalović: Potencijal kogeneracije toplotne i električne energije u Srbiji, *Termotehnika*, 2011; XXXVII,2:197-209
- 5 Veerapen J, and M. Beerepoot: Co-generation and renewables: Solutions for a low-carbon energy future, International Energy Agency (IEA), 2011; Dostupno na: http://www.iea.org/papers/2011/CHP_Renewables.pdf
- 6 International Energy Agency: Cogeneration and District Energy - Sustainable energy technologies for today and tomorrow, IEA/OECD, 2009; Dostupno na: <http://www.iea.org/files/CHPbrochure09.pdf>
- 7 IEA Statistics, 2011. Renewables Information 2011. International Energy Agency.
- 8 Salomón M, Savola T, et al: Small-scale biomass CHP plants in Sweden and Finland, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2011):4451-4465
- 9 Dragičević S. i Čurčić S.: Tehnologije korišćenja biomase u postrojenjima za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije, *Energija, List Saveza energetičara: Energija, ekonomija i ekologija*, 2010; 12(4):93-99.
- 10 Onovwiona H.I. and V.I. Ugursal: Residential cogeneration systems: review of the current technology, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10(2006):389-431.
- 11 Podaci Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije, za period 2006 - 2010 <http://webzrzs.stat.gov.rs/WebSite/>
- 12 M. Despotović i M. Babić: *Energija biomase*, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2007.
- 13 M. Tešić, M. Babić i M. Martinov: Predstojeći podsticaji za korišćenje biomase kao energenta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 2007; 33(1-2):53-59.
- 14 G.C. Bakos, E. Tsioliaridou, C. Potolias: Technoeconomic assessment and strategic analysis of heat and power co-generation (CHP) from biomass in Greece, *Biomass and Bioenergy*, 32(2008):558-567
- 15 Fiala M, Pellizzi G, Riva G: A model for the optimal dimensioning of biomass-fuelled electric power plants, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1997; 67:17-25.
- 16 M. Martinov, M. Tešić, M. Konstantinović, B. Stepanov: Perspektive u korišćenju biomase za grejanje domaćinstava u seoskim područjima, *Savremena poljoprivredna tehnika* 2005; 31(4):211-20.
- 17 Elektroprivreda Srbije: Godišnji izveštaj 2010, Dostupno na: <http://www.eps.rs/GodisnjiIzvestaji/EPS%20Godisnji%20izvestaj%202010.pdf>

Napomena: Rad nastao kao rezultat istraživanja na projektu "ISTRAŽIVANJE KOGENERACIONIH POTENCIJALA U KOMUNALNIM I INDUSTRIJSKIM ENERGANAMA REPUBLIKE SRBIJE I MOGUĆNOSTI ZA REVITALIZACIJU POSTOJEĆIH I GRADNJU NOVIH KOGENERACIONIH POSTROJENJA (III 42013)" koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.