

**BIOMASA - ENERGETSKI RESURS ZA BUDUĆNOST
BIOMASS - ENERGY RESOURCE OF THE FUTURE**

Todor Janić¹, Miladin Brkić¹, Saša Igić², Nebojša Dedović¹
¹Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,
²Grad Novi Sad, Novi Sad, Trg Slobode 1.
E-mail: jtodor@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Direktno sagorevanje čvrste biomase najstarija je tehnologija za dobijanje energije koju je koristio čovek. Takvo sagorevanje je dobro razvijena komercijalna tehnologija dobijanja energije koja se primenjuje takoreći u svim industrijski razvijenim zemljama, kao i u zemljama u razvoju. Razvoj ove tehnologije dobijanja energije je sada koncentrisan na rešavanje problema zagađivanja životne sredine, poboljšanje performansi korišćenja više vrsta goriva, kao i na povećanje energetske efikasnosti i snage, gde god je to u ciklusima sagorevanja biomase i prenosa toplote moguće.

U radu su opisane tehnologije i tehnika primenjivanih za sagorevanje biomase, kao najvažnijeg obnovljivog energenta u Vojvodini.

Ključne reči: biomasa, sagorevanje, tehnologija, tehnika

1. UVOD

Energetika je postala jedno od središnjih globalnih pitanja. Proces globalizacije uzrokovao je snažan podsticaj porastu proizvodnje i potrošnje proizvoda i usluga u svetu, što je u celom lancu privređivanja dovelo do povećanja potrošnje svih izvora energije. Pored toga, na planeti se povećao broj stanovnika i njihov standard (Janić i sar, 2009). Sve to je dovelo do toga da je neminovnost nestanka fosilnih goriva izvesna.

Odgovorne države su odavno shvatile da je raspoloživost energentima i efikasnom tehnologijom i tehnikom njihovog korišćenja ograničavajući činilac razvoja njihovog društva i aspekt energetske sigurnosti su postavile među prioritetnim nacionalnim interesima.

U svetlu opšteg konsenzusa o trendu dugoročnog porasta cene energenata, Evropska unija preduzima mere za povećanom sigurnošću i stabilnošću nabavke energenata izgradnjom zajedničkih regionalnih tržišta. Nova strategija Evropske unije ogleda se u zajedničkoj energetske politici i temelji na diversifikaciji izvora energije i primeni novih tehnologija i savremenije tehnike.

Gde je u tome mesto Srbiji? Srbija ni blizu nije došla do toga da postane ravnopravan član Evropske unije, usled čega se ne može ni nadati da bude deo njene energetske politike i tako ostvari veću energetske stratešku sigurnost. Za sada je Srbija u tom pogledu prepuštena sebi u realnosti koja i nije ohrabrujuća.

Trenutni nivo proizvodnje energije u Srbiji iz sopstvenih izvora zadovoljava samo 25% od energetskih potreba zemlje. Navedeni procenat će se u nadolazećem periodu smanjivati,

što će našu zemlju pretvoriti u državu čiji će opstanak biti uslovljen sa mogućnošću uvoza energenata. Procenjuje se da će Srbija svoje rezerve uglja istrošiti u narednih 55 godina, a nafte i gasa u periodu od oko 20 godina. Navedeni fosilni energenti se koriste na nivou od oko 93%, a obnovljivi sa oko 7% (Dedović i sar, 2009). Najveći deo u produkciji energije iz obnovljivih izvora energije realizuje se hidroenergijom, tj hidrocentralama iz kojih se sa dosta zastarelom opremom dobija oko 10.200 GWh godišnje, sa procenom da se nadogradnjom kapaciteta iz tih izvora na godišnjem nivou može dobijati oko 14.200 GWh. I u tako neizvesnoj situaciji u Srbiji koristi se samo 20 do 25% od ukupnih sadašnjih realnih potencijala obnovljivih izvora energije. Pri sadašnjoj tehnološko-tehničkoj razvijenosti i investicionih mogućnosti oko 80% neiskorišćenih potencijala nalazi se u eksploataciji biomase (biomasa drveta i iz poljoprivredne proizvodnje), a 20% čine potencijali mikrohidropostrojenja i geotermalnih izvora. Neiskazani potencijali u ovom prikazu nalaze se u energiji energetskih zasada, koji mogu da se zasnuju na oko 200.000 ha sada nekultivisanog zemljišta, kao i u energiji vetra i solarne energije.

Mnogo institucija i pojedinaca dugo vremena naglašavaju potencijal biomase u Srbiji i neophodnost posedovanja sopstvene efikasne tehnologije i tehnike za njeno korišćenje. Može se istaći da bi se korišćenjem biomase u energetske svrhe u Srbiji moglo zadovoljiti ¼ ukupnih potreba za energijom.

Pomak u korišćenju biomase u energetske svrhe u našoj zemlji može da se ostvari uz dobro osmišljenu i koordinisanu politiku, a cilj ovog rada i jeste u tome da se predstave neke od smernica u tom pravcu, tj. da se predstave tehnologije i postrojenja za korišćenje biomase, kao energenta.

2. MATERIJAL I METOD

Uopšteno posmatrano, biomasa je obnovljivi, biorazgradivi materijal, koji predstavlja zajednički pojam za brojne, najrazličitije proizvode živog sveta. U pogledu sastava i načina nastajanja, generalno, biomasa kao energent može da se klasifikuje na drvenu, nedrvnu, životinjski, industrijski i komunalni otpad, u okviru čega se može razlikovati:

- drvena biomasa (iz šumarstva, voćarstva i vinogradarstva, otpadno drvo i ostaci drvno prerađivačke industrije (piljevina, okorci...),
- drvena uzgajana biomasa (brzorastuće drveće, vrba, topola, jasen...),
- sekundarni ili tercijelni proizvodi iz poljoprivrede (slama pšenice, soje, ječma, raži, kukuruzovina, stabljike suncokreta i dr.),
- ostaci prehrambeno-prerađivačke industrije (ljuske suncokreta, oklasak, koštice itd.),
- nedrvna uzgajana biomasa (brzorastuće alge i trave ...),
- životinjski otpad i ostaci i
- komunalni i industrijski otpad.

Navedene vrste biomase su slične po sastavu i tehničkim karakteristikama sa aspekta da se koriste kao biogoriva. Ali, uprkos tome postoje značajne specifičnosti koje su uslovile razvoj posebnih tehnologija i tehnike za njihovo korišćenje u energetske svrhe.

U pogledu drvene biomase u Srbiji, na godišnjem nivou sečom šuma raspolaže se sa oko 0,6 miliona m³ upotrebljivog ostatka (granje...), u šta nisu uvršeni panjevi i još dosta

drvnog ostatka, koji ostaju u šumi (Brkić i Janić, 2009). Realno bi za dobijanje toplotne energije bez većih ulaganja, a sa boljom organizacijom moglo da se koriste oko 1,1 milion m³ drvenih ostataka. Od drvene mase u Srbiji još su važni i ostaci nakon rezidbe voćnjaka i vinograda u poljoprivrednoj proizvodnji sa kojima se na godišnjem nivou raspolaze sa oko 400.000 t (Brkić i sar, 2006).

Biomasa od drveta, koja se sagoreva, može biti u formi dugih i kraćih cepanica, okoraka, usitnjenih komada, čipsa, piljevine, briketa ili peleta. U odnosu na te forme drveta za njihovo sagorevanje su razvijene i tehnologije sagorevanja u skladu sa kojima je primerena i korišćena tehnika (Janić i sar, 2009).

Srbija, a posebno Vojvodina je bogata biomasom koja može da se koristi u procesima sagorevanja za dobijanje toplotne energije i koja predstavlja biljne ostatke primarne poljoprivredne proizvodnje i prerađivačke industrije. Smatra se da od ukupnih potencijala biomase nastale iz poljoprivredne proizvodnje za dobijanje toplotne energije nesmetano može da se koristi oko 25-30%, što bi iznosilo oko 4 miliona tona (ekvivalentno sa oko 1,4 miliona tona ulja za loženje). Prema tome, raspolaze se sa oko 300.000 t biomase iz prerađivačke industrije.

Biomasa nastala kao produkt (ostatak) primarne poljoprivredne proizvodnje najčešće se prikuplja u obliku manjih ili velikih četvrtastih bala ili većih rol bala, različitih gustina.

Forma biomase koja ostaje na raspolaganju iz prerađivačke industrije može biti veoma raznolika, ali je uglavnom u okviru pojedinih pogona ujednačena po vrsti, obliku i tehničkim karakteristikama.

Biomasa kao gorivo ima niz povoljnosti, ali i nedostataka. Od dobrih osobina biomase kao goriva se može istaći da je biomasa lako dostupan, obnovljiv, tehnički i ekološki prihvatljiv izvor energije. Korišćenjem biomase smanjuju se potrebe za uvozom konvencionalnih energenata, što u posrednom smislu obezbeđuje neprekidnost u snabdevanju energijom, povećanje broja zaposlenih, podizanje kvaliteta života u ruralnim područjima, smanjenje migracije selo-grad i manju zavisnost države od spoljašnjih pritisaka. Međutim, i pored mnogih povoljnosti u eksploataciji biomase njeno korišćenje je vezano i za određene nedostatke, od kojih bi se moglo navesti: periodičnost nastanka biomase, razućdenost u prostoru, otežano sakupljanje, pakovanje i skladištenje, što je uslovljeno malom nasipnom masom (gustinom), manjom toplotnom moći svedene na jedinicu zapremine, nepovoljnim oblikom i visokim sadržajem vlage, a i investicioni troškovi za izgradnju postrojenja za sagorevanje biomase su veći od onih za sagorevanje konvencionalnih energenata. Navedeni problemi se umnogome mogu izbeći ili njihov uticaj smanjiti ukoliko se biomasa sabija u obliku peleta i briketa. Istina, za te procese se troši dodatna energija, za usitnjavanje, po potrebi sušenje, sabijanje i hlađenje, ali je krajnji bilans uložene i raspoložive energije značajno pozitivan.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U dvadesetom veku, koji se sa pravom može smatrati vekom globalizacije, tržišno je nametnuta tzv. industrijska poljoprivredna proizvodnja koja je zasnovana na jeftinim fosilnim gorivima, velikim zemljišnim posedima i relativno malom zastupljenošću ljudskog rada po jedinici proizvoda. Da bi se takva masovna proizvodnja održala, takođe je bilo

neophodno koristiti jeftina fosilna goriva za transport robe iz udaljenih regiona. Korišćenjem takvih kvalitetnih, a jeftinih energenata izgubio se interes za korišćenjem manje kvalitetnih lokalno dostupnih energenata.

Tako se dogodilo da uprkos tome što se u procesima poljoprivredne proizvodnje proizvedu značajne količine proizvoda koji se mogu iskoristiti u svrhe dobijanja energije to zanemari i da poljoprivreda postane grana privređivanja koja egzistira samo na korišćenju fosilnih energenata.

Razvijeni svet je postao svestan pogubnosti sadašnje politike i danas privređivanje usmerava prema 'nisko-karbonskoj' ekonomiji koja označava budućnost sa manjom upotrebom fosilnih goriva (posebno nafte) i sa manjom emisijom gasova koji dovode do klimatskih promena (Mesarović, 2007). Biomasa će u perspektivi biti značajan ili bolje reći nezaobilazan resurs u tim stremljenjima.

U okviru poljoprivredne proizvodnje na godišnjem nivou u Srbiji je na raspolaganju oko 12,5 miliona tona biomase (Janić i sar, 2008). Smatra se da se bez većih posledica za očuvanje kvaliteta zemljišta u svrhu dobijanja energije može da se iskoristi 25-30% tih resursa. Kao što je navedeno, zbog oskudice u fosilnim energentima i očekivanja povećanja cene tih energenata, pa i njihove nestašice, korišćenje biomase u našoj zemlji biće neminovnost.

U Srbiji je danas najprimerenije očekivati da se energija iz biomase dobija njenim direktnim sagorevanjem. Takva tehnologija dobijanja energije od čoveka je verovatno najstarija i to je proces u kojem se hemijska energija iz goriva transformiše u toplotnu energiju, koja se koristi u običnom životu, industriji ili za dobijanje drugih vidova energije (električne i dr.), kako u industrijski razvijenim zemljama, tako i u zemljama u razvoju.

Za realizaciju tehnologija direktnog sagorevanja biomase danas su u upotrebi postrojenja različitih toplotnih snaga, od onih koja se koriste u domaćinstvima, snaga 1 do 25 kW, do najvećih kotlovskih i kogeneracijskih postorjenja (CHP) snaga i iznad 30 MW (Janić i sar, 2009). Postrojenja koja su najčešće u primeni, a kod kojih se biomasa direktno sagoreva mogu biti manjih snaga 10 – 50 kW, i oni se koriste za zagrevanje pojedinačnih objekata ili manjih proizvodnih pogona, srednjih snaga 50 do 500 kW, koji se koriste za zagrevanje objekata većih zapremina i velika industrijska postrojenja snaga od 500 kW do preko 30 MW. Biomasa se sagoreva i u najvećim postrojenjima termičkih snaga od preko 100 MW, ali se tu sagoreva kao dopunsko gorivo izmešana sa konvencionalnim energentima, najčešće ugljem.

Pregled postrojenja u kojima se sagoreva biomasa po načinu korišćenja, tipu ložišta, vrsti korišćenog goriva i njihovog uobičajenog sadržaja pepela i vlage predstavljen je u tabeli 1.

Kompletno sagorevanje i visoki stepen energetske efikasnosti u malim postrojenjima za direktno sagorevanje biomase nije lako postići. U principu, što je granulacija goriva veća i što se više goriva ubacuje odjednom u ložište (pogotovo ako gorivo u sebi sadrži povećan stepen vlage) sagorevanje je nekvalitetnije, a emisija štetnih gasova u atmosferu veća.

I pored niza prednosti postrojenja gde se gorivo sagoreva u kontinuitetu, kao što je manja produkcija štetnih gasova u atmosferu ona se ređe koriste, pošto je investicija u opremu, objekat kotlarnice i skladište goriva kod takvih postrojenja veća.

Tab. 1. Najčešće korišćena postrojenja za sagorevanje biomase

Tab. 1. The most useful plants for biomass combustion

Način korišćenja Application	Tip ložišta Type of firebox	Uobičajeni opseg toplotnih snaga Typical size power range	Gorivo Fuels	Sadržaj pepela Ash content	Sadržaj vode Water content
1	2	3	4	5	6
Ručno Manual	Peći na drva Wood stoves	2 – 10 kW	suve kratke cepanice dry wood logs	<2%	5 - 20%
	Kotao na cepanice Log wood boilers	5 – 50 kW	kratke cepanice, orezana granjevina log wood, sticky wood residues	<2%	5 - 30%
	Postrojenja za cele bale biomase Whole biomass bale furnaces	50 kW – 1 MW	cele bale biomase whole bales biomass	<10%	20%
1	2	3	4	5	6
Automatsko Automatic	Peć ili bojler na pelete Pellet stoves and boilers	2 – 25 kW	peleti biomase biomass pellets	<2%	8 - 10%
	Rešetka za dovodenje goriva odozdo Understoker furnaces	20 kW – 2,5 MW	drveni čips, orezana granjevina wood chips, wood residues	<2%	5 - 50%
	Postrojenja sa pomerljivom rešetkom Moving grate furnaces	150 kW – 15 MW	svi oblici drvnog goriva, većina vrsta biomase all wood fuels, most biomass	<50%	5-60%
	Rešetka sa predložištem Pre oven with grate	20 kW – 1,5 MW	suvo drvo, granjevina dry wood (residues)	<5%	5 - 35%
	Rotirajuća rešetka za dovodenje goriva odozdo Understoker with rotating grate	2 – 5 MW	čips drveta sa visokim sadržajem vlage wood chips with high water content	<50%	40 - 65%
	Gorionik oblika cigarete Cigar burner	3 MW – 5 MW	prednji deo bala biomase front of biomass bales	<5%	20%
	Postrojenja za cele bale biomase	3 – 5 MW	cele bale biomase whole bales biomass	<5%	20%

	Whole biomass bale furnaces				
	Postrojenja na biomasu iz poljoprivrede Furnaces of agricultural biomass	100 kW – 5 MW	cele bale biomase sa seckalicom biomass bales with bale cutter	<5%	20%
	Lebdeći fluidizovani sloj Stationary fluidised bed	5 – 15 MW	sečena biomasa various biomass, d < 10 mm	<50%	5 - 60%
	2	3	4	5	6
	Cirkulirajući fluidizovani sloj Circulating fluidised bed	15 – 100 MW	various biomass, d < 10 mm	<50%	5 - 60%
	Gorionik za prašinu Dust combustor, entrained flow	5 – 10 MW	sečena biomasa various biomass, d < 5 mm	<5%	<20%
Co-firing ¹	Lebdeći fluidizovani sloj Stationary fluidised bed	50 – 150 MW	sečena biomasa various biomass, d < 10 mm	<50%	5 - 60%
	Cirkulirajući fluidizovani sloj Circulating fluidised bed	100 – 300 MW	sečena biomasa various biomass, d < 10 mm	<50%	5 - 60%
	Gorionik za prašinu oblika cigarete Cigar burner Dust	5 – 20 MW	bale biomase biomass bales	<5%	20%
¹ : udeo biomase u ukupnoj masi goriva je uobičajeno manji od 10%					
¹ : biomass covers typically less than 10% of fuel input					

Rešetke sa dodavanjem goriva odozdo najčešće se koriste pri sagorevanju goriva sa malim sadržajem pepela, kao što su čips od drveta i slična goriva. Specijalna ložišta su projektovana za sagorevanje bala biomase nastale kao sekundarni i tercijelni produkt poljoprivredne proizvodnje. U tu namenu se koriste tehnologije gde se sagoreva iseckana biomasa, cele bale biomase ili samo frontalni delovi biomase (cigara ložište). Ložišta sa lebdećim i cirkulacionim fluidizovanim sagorevanjem (BFB), kao i ložišta sa pokretnim fluidizovanim sagorevanjem (CFB) primenjuju se samo kod postrojenja velikih termičkih snaga i u njima se najčešće sagorevaju vlažni usitnjeni komadi biomase ili mešavina drveta sa industrijskim ili komunalnim otpacima.

3.1. Tehnologija primene i konstrukcija industrijskih termoenergetskih postrojenja

Postrojenja namenjena za produkciju toplotne energije u industrijske svrhe su najčešće snaga većih od 500 kW. Tehnologija sagorevanja u tim postrojenjima zasniva se na sagorevanju u ložištima sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte), ložištima sa pokretnim rešetkama, ložištima u fluidizovanom sloju i ložištima za sagorevanje u ciklonima ili u vrtložnim ložištima.

Osnovne karakteristike tehnologija i tehnike za sagorevanje biomase se mogu prikazati u sledećem:

Ložišta sa dodavanjem goriva odozgo

- korišćenje ložišta za snage do 5 MW,
- cena ovih ložišta je niža u odnosu na ostala postrojenja,
- u ova ložišta je jednostavno i lako kontinualno ubacivanje goriva,
- imaju povećan stepen emisije štetnih gasova,
- nisu pogodna za sagorevanje biomase povećanih vlažnosti
- nisu osetljiva u pogledu veličina čestica biomase koje se sagorevaju.

Ložišta sa dodavanjem goriva odozdo (sistem retorte) (Mawera, 1996)

- cena ovih ložišta je relativno niska za snage ispod 6 MW,
- u ova ložišta je jednostavno kontinualno ubacivanje goriva i lako izvođenje te operacije,
- pri dobrom sprovođenju procesa sagorevanja, iz ložišta se emituje mala emisija štetnih gasova,
- primenljiva su samo za sagorevanje biomase sa malim sadržajem pepela,
- niska fleksibilnost u pogledu veličina čestica biomase koje se sagorevaju.

Ložišta sa pomerljivom rešetkom za sagorevanje (Oberberger, 1996)

- cena ovih ložišta je relativno niska za snage ispod 15 MW,
- eksploatacioni troškovi pri radu postrojenja su niski,
- imaju mali sadržaj pepela u produktima sagorevanja,
- manje su osetljiva na zašljakivanje od ložišta sa fluidizovanim slojem,
- fleksibilna su u pogledu veličine sagorevanih čestica biomase i njihove vlažnosti,
- nisu pogodna za mešanje drvene biomase sa biomasom iz poljoprivredne proizvodnje
- da bi se produkovala manja emisija NOx gasova mora biomasa da se sagoreva po posebnim tehnologijama,
- ložišta rade sa većim koeficijentom viška vazduha, što smanjuje efikasnost njihovog rada,
- sagorevanje se obavlja u uslovima koja nisu homogena, kao kod ložišta sa fluidizovanim slojem,
- kod ovih ložišta je veoma teško postići niske emisije štetnih gasova kod nižih režima rada.

Ložišta za sagorevanje prašine (Marutzky i Seeger, 1999)

- kod ovih ložišta je mogući rad sa malim viškom kiseonika (4-6%), što povećava efikasnost njegovog rada,
- značajno redukovanje emisije NOx iz ložišta se postiže pri adekvatno uspostavljenom koeficijentu viška vazduha.
- kontrola opterećenja pri radu ložišta i potrebna podešavanja mogu da budu veoma efikasna i brza,
- veličina čestica biomase koja se sagoreva mora biti manja od 10 – 20 mm,
- kod eksploatacije ciklonskih ili vrtlog ložišta izraženo je habanje ozida
- za startovanje sagorevanja do uspostavljanja stabilnih parametara rada neophodno je korišćenje dodatnog gorionika i drugog goriva.

Ložišta sa lebdećim fluidizovanim slojem

- ložište nema pokretnih delova,
- NOx redukovanje emisije je veoma dobro,
- velika fleksibilnost u pogledu vrste sagorevane biomase i njenog sadržaja vlažnosti
- mali višak kiseonika u radu (3-4%), što povećava efikasnost rada ložišta i smanjuje količinu gasovitih produkata sagorevanja,
- velika cena koštanja, tako da je njihova izgradnja opravdana samo za postrojenja snage preko 20 MW,
- visoki troškovi pri radu postrojenja,
- mala fleksibilnost u pogledu veličine sagorevanih čestica biomase, koje moraju biti manje od 80 mm,
- visoki sadržaj pepela u gasovitim produktima sagorevanja,
- rad ložišta u delimičnom opterećenju zahteva posebnu tehnologiju,
- osrednja osetljivost na sklonosti pepela ka zašljakivanju,
- gubitak inertnog materijala sa česticama pepela,
- u radu postrojenja se javlja i erozija izmenjivača toplote u fluidizovanom sloju

Ložišta sa cirkulirajućim fluidizovanim slojem

- ložište nema pokretnih delova,
- NOx redukovanje emisije je veoma dobro,
- velika fleksibilnost kada je reč o vrsti sagorevane biomase i njenog sadržaja vlažnosti
- mogu da se ostvare homogeni uslovi sagorevanja u ložištu iako se koristi više vrsta goriva,
- u postrojenju je moguć izuzetno velik prenos toplote, zbog ostvarenih turbulencija u radu,
- korišćenje aditiva za poboljšavanje uslova sagorevanja biomase je lako,
- mali višak kiseonika u radu (1-2%), što povećava efikasnost rada ložišta i smanjuje količinu gasovitih produkata sagorevanja,

- velika cena koštanja, tako da je njihova izgradnja opravdana samo za postrojenja snage preko 30 MW,
- visoki troškovi pri radu postrojenja,
- mala fleksibilnost u pogledu veličine sagorevanih čestica biomas, koje moraju biti manje od 40 mm,
- visoki sadržaj pepela u gasovitim produktima sagorevanja,
- rad u delimičnom opterećenju zahteva drugi sloj materijala,
- osrednja osetljivost na sklonosti pepela ka zašljakivanju,
- gubitak inertnog materijala sa česticama pepela,
- u radu postrojenja se javlja i erozija izmenjivača toplote u fluidizovanom sloju

3.2. Operativni problemi pri sagorevanju biomase

Visok kvalitet sagorevanja, u smislu maksimalnog sagorevanja gorivih isparljivih gasova - volatila, veoma je važan za nizak nivo emisije, čemu se danas u praksi teži (Janić i sar, 2009). To uglavnom zavisi od temperature ložišta za sagorevanje, turbulencije gasova i vazduha za sagorevanje, dužini izlaganja izmešanih volatila i vazduha za sagorevanje uticaju visokih temperatura, koeficijentu viška vazduha sa kojim postrojenje radi i dr. Ovi parametri su regulisani nizom tehničkih detalja, kao što su:

- izabrana tehnologija sagorevanja (npr. konstrukcija ložišta, kontrola procesa sagorevanja),
- način podešavanja režima sagorevanja (npr. primarni i sekundarni odnos vazduha, način ubacivanja vazduha za sagorevanje u ložište, izbor mlaznica),
- opterećenja postrojenja, tj. režima rada (deklarisano ili delimično radno opterećenje),
- fizičko-hemijskih karakteristika biomase (vrste, oblika, veličine, načina ubacivanja u ložište, sadržaja vlažnosti, sadržaja pepela, sklonosti pepela ka topljenju) i dr.

Brojne karakteristike biomase usložnjavaju njen proces sagorevanja. Niska gustina energije u biomasi predstavlja glavni problem u njenom doziranju u ložište, dok se poteškoće u sagorevanju uglavnom odnose na njen sadržaj neorganskih sastojaka, tj. pepeo. Neke vrste biomase sadrže značajne količine hlora, sumpora i kalijumove soli, KCl i K_2SO_4 , koje su veoma nestabilne. Taloženjem ovih komponenti u ložištu i gasnom traktu može da umanjí stepen prenosa toplote, što dovodi do smanjenja energetske efikasnosti postrojenja i njegove povećane korozije. Izdvajanjem alkalnih metala, hlora i sumpora u gasovitim produktima sagorevanja, takođe, može da dovede do generisanje značajne količine aerosola, s emisijama hlorovodonične kiseline i SO_2 .

Veličina operativnih problema u vezi sa sagorevanjem biomase umnogome zavisi od izbora opreme za sagorevanje. U postrojenjima sa rešetkama za sagorevanje taloženje pepela i korozija su glavni problemi. U fluidizovanom sloju sagorevanja biomase s alkalnim metalima može da dovede do lepljenja inertnog materijala, što izaziva ozbiljne probleme pri korišćenju ove tehnologije za sagorevanje biomase, koja je nastala u procesima poljoprivredne proizvodnje. Sagorevanje biomase u fluidizovanom sloju često se koristi (npr. biomasa od drveta ili otpadnog materijala) kod većih termoenergetskih postrojenja i to tehnologijom cirkulacionog fluidizovanog sloja (CFB).

Radi smanjenja navedenih problema kod korišćenja biomase kao goriva, sa manje i više uspeha su obavljani brojni eksperimenti. Neki od njih su bili i neobični, kao što je pranje slame toplom vodom, a ipak su dali pozitivne rezultate. To navodi na zaključak da uprkos najdužem korišćenju biomase u energetske svrhe, procesi njenog sagorevanja nisu dovoljno istraženi i na tome se mora i ubuduće raditi.

4. ZAKLJUČAK

Visokoakumulativna „industrijska“ poljoprivredna proizvodnja ne zasniva se isključivo na naučno-tehnološkom razvoju, nego isto tako na jeftinoj fosilnoj energiji i ostalim jeftinim prirodnim resursima. Takav trend u dvadesetprvom veku neće biti održiv, usled nestašice i poskupljenja energenata i sve većom ekološkom degradacijom okolne sredine.

Srbija i slične zemlje siromašne fosilnim energentima su posebno u neizvesnoj situaciji što nalaže da se što pre i u što većoj meri okrenu ka lokalno raspoloživim energentima. Biomasa je resurs koji čini 80% sadašnjeg potencijala obnovljivih energenata u zemlji.

Iako biomasa kao energent ima mnoge dobre i loše osobine u Srbiji ona mora da se koristi, zbog čega mora da se razvija tehnologija i tehnika njenog korišćenja u energetske svrhe, pre svega, po ugledu na razvijene države sveta, kod kojih je danas trend da se koriste termoenergetska postrojenja za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije.

5. LITERATURA

- [1] Brkić M, Janić T, Somer D. (2006). Procesna tehnika i energetika, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [2] Brkić M, Janić T. (2009). Briketiranje i peletiranje biomase, monografija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [3] Dedović N, Igić S, Janić T. (2009). Energetska efikasnost kotla za sagorevanje biomase pri recirkulaciji produkata sagorevanja i prikaz matematičkih modela. *Savremena poljoprivredna tehnika* 35(1-2): 42-51.
- [4] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2006). Termoenergetski sistemi sa biomasom kao gorivom, *Savremena poljoprivredna tehnika* 34(3-4): 212-219.
- [5] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2009). Gazdovanje energijom u poljoprivrednim preduzećima i gazdinstvima, *Savremena poljoprivredna tehnika* 35(1-2): 127-133.
- [6] Janić T, Brkić M, Igić S, Dedović N. (2009). Tehnologija i postrojenja za sagorevanje biomase, *Revija agronomska saznanja* 19(1-2): 17-26.
- [7] Marutzky R, Seeger K. (1999). *Energie aus Holz und anderer Biomasse*, ISBN 3-87181-347-8, DRW-Verlag Weinbrenner (ed.), Leinfelden-Echtlingen, Germany.
- [8] Mawera (1996). Company brochure, MAWERA Holzfeuerungsanlagen GmbH&CoKG (ed.), Hard/Bodensee, Austria.
- [9] Mesarović M. (2007). Strategija korišćenja biomase kao obnovljivog izvora energije, *Revija agronomska saznanja*, Novi Sad, (17)5, 1-3.
- [10] Obernberger I, Dahl J. (2003). Combustion of solid biomass fuels - a review. Institute for Resource Efficient and Sustainable Systems, Graz University of Technology, Austria.

BIOMASS - ENERGY RESOURCE OF THE FUTURE

Todor Janić, Miladin Brkić, Saša Igić, Nebojša Dedović

SUMMARY

The direct burning of solid biomass is the oldest energy technology used by man. This combustion is a well-established commercial technology with applications in most industrialised and developing countries. Development of this technology for energy production is presently concentrated on resolving environmental problems, improving the overall performance with multi fuel operation and increasing the energy efficiency of the power wherever possible in the heat cycles.

Current level of energy production in Serbia satisfies merely 25% of the country's needs making Serbia increasingly dependent on energy imports. It is estimated that Serbia will exhaust its current coal supplies within the next 55 years, and oil and gas within 20 years.

As regards consumption, it is estimated that the overall energy consumption is in favor of fossil fuels 93%, leaving only 7% for renewable sources. According to some assessments, so far merely 20 to 25% of the total renewable energy capacity has been used. Around 80% of unused potential is in biomass exploitation (wooden and agricultural biomass), whereas the remaining 20% consist of micro hydro-plants and geothermal sources.

Biomass potential could be used to replace 25% of the current total energy production in Serbia. The dominant source of bio-energy in Serbia is agriculture (70%) while the rest comes from wooden biomass. There is a strong potential for energy wood growing on about 200.000 ha of uncultivated soil.

The use of biomass for energy generation is a priority task for Serbian development. One of the obstacles to a widespread adoption of biomass fuels is the difficulty associated with combustion of biomass materials. These fuels are low cost but also low quality in combustion terms. They have relatively high and variable moisture contents and variable energy contents. These factors make control of their combustion difficult.

Presently, there are many established and reliable technologies for combustion of biomass in furnaces and boilers. Probably one of the most interesting technical solutions for the usage of biomass for energy is CHP - Combined Heat and Power plants (also known as Cogeneration). In these plants, a power station or heat engine is used to contemporaneously generate both electricity and useful heat. Contrary to conventional power plants that emit the created heat, CHP captures the by-product heat for domestic or industrial heating purposes. This is the so called decentralized energy.

The paper describes the technologies and techniques which can be used for combustion of biomass as the most important renewable energy resource in Vojvodina.

Keywords: biomass, combustion, technology, technique

Primljeno: 08. 01. 2010.

Prihvaćeno: 14. 01. 2010.