

POTENCIJAL TERMOENERGETSKIH SISTEMA SA BIOMASOM KAO GORIVOM U SRBIJI

POTENTIAL OF THERMOENERGETIC SYSTEMS WITH BIOMASS AS FUEL IN SERBIA

Simonović V. *, Stekić I.*

Mašinski fakultet Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16

REZIME

U radu su prikazani energetske potencijali Srbije u proizvodnji toplotne energije pomoću energetskih sistema koji kao ulaz koriste vrstu biomase. Posebna pažnja je posvećena opservaciji onih sistema koji koriste biomasa iz poljoprivrede. Ova biomasa nastaje po ubiranju poljoprivrednih kultura u vidu biljnih ostataka i tradicionalno se neiskorišćava u dovoljnoj meri ili ne na pravi način. Među svim sirovinama energetskih postrojenja koja se dobijaju od biljnih ostataka najveća pažnja je posvećena kukurozovini i oklasu kao i slami, pošto je pod zasadima kukuruza odnosno pšenice najveći broj obradivih površina u Srbiji.

Ključne reči: energija, biomasa, termoenergetski sistemi, komušina, oklasak i slama.

ABSTRACT

In paper is showing energy potential in Serbia for produce thermal energy with energies systems which use biomass as input. Especialy participation are given on the tracking those systems which use rigid biomass from agriculture. This biomass was stand on after harversting of agriculture plants which are in the layout of plant rests. Traditionally, its is not enlisted totally or its is not enlisted suffice and on the exactly way. Intermediary all feedstock of energy plants, in this paper are shown mostly corn-shuck as well straw because the most of area in Serbia are under corn and wheat.

Key words: energy, biomass, thermoenergetic systems, corn rest, reed.

UVOD

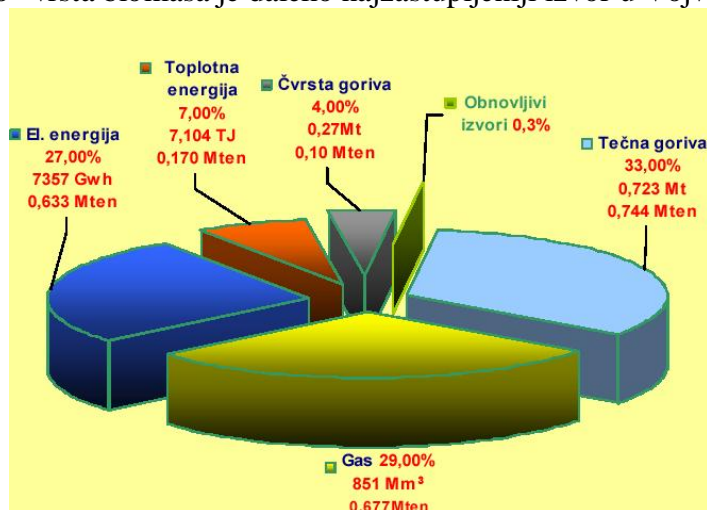
BIOMASA KAO ENERGET

U okviru ratarske proizvodnje, u odnosu na primarni proizvod dobijaju se i velike količine tzv. nusproizvoda, tj. sekundarnih i tercijalnih proizvoda, čija namena u najvećem broju slučajeva nije tehnološki definisana. U praksi se svako na svoj način šosloba ač od takvih proizvoda, najčešće njihovim nenamenskim spaljivanjem na mestu nastanka [5]. Na nivou države ne postoji ni jedna preciznija odrednica kojom bi se na organizovan način upravljalo tim ogromnim resursima. Procene su da se ukupna produkcija biomase od poljoprivrednih kultura u Srbiji kreće preko 12,5 miliona tona godišnje [5]. Strukturalna analiza otkriva korišćenje tih tzv. nusproizvoda ratarske proizvodnje, koju nazivamo biomasom su podeljena, ali se gotovo svi slažu da se ne bi smelo dozvoliti njeno nenamensko spaljivanje. Osim tradicionalnog korišćenja biomase u ratarstvu, gde se ona zaoravanjem vraća u ciklus

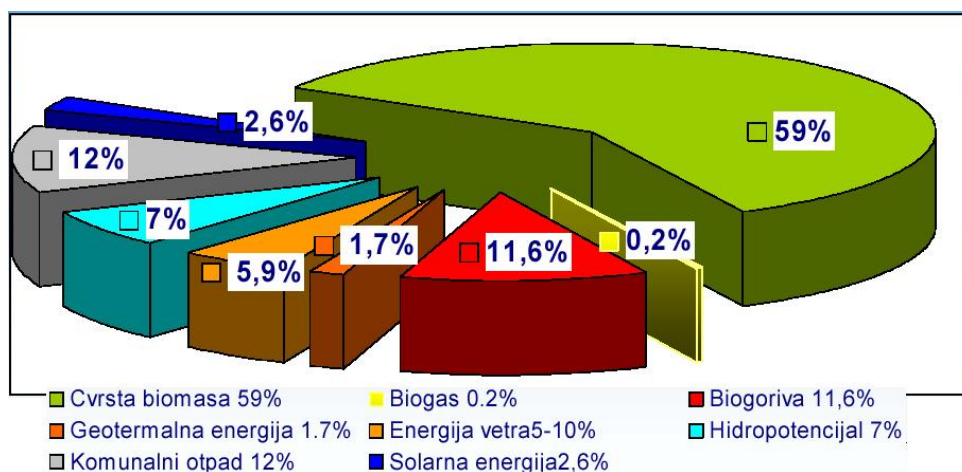
* Vojislav Simonović, diplomirani inženjer mašinstva, www.venividisimonovici.com, Stekić Ivana, diplomirani inženjer mašinstva, istekic@yahoo.com, Katedra za poljoprivredno mašinstvo

biljne proizvodnje ili u sto arstvu, gde se koristi kao hrana ili prostirka, svakodnevno pove anje cene konvencionalnih energenata, kori- enje biomase kao energenta u celom svetu ini sve aktuelnijim. Ako bi se od navedenih koli ina biomase za dobijanje energije koristilo samo 25%, u Srbiji bi se na godi-njem nivou moglo supstituisati oko 1,3 miliona tona ekvivalentnog loft-ulja. Iako se u na-oj zemlji za dobijanje energije od raspoloffivih resursa biomase iz primarne poljoprivredne proizvodnje ne koristi ni 1% treba svakodnevno raditi na definisanju, realizaciji i unapre enju tehnologija i tehni kih sistema u kojim bi se biomasa koristila kao energent.

Kako svako geografsko podru je shodno svojoj strukturi poseduje ve e ili manje predispozicija ka proizvodnji odre ene vrste energije a prema vrsti energenata ili prirodnih potencijala kojima raspolafe, to se za podru je Vojvodine mofoe tvrditi da njen primarni energetski potencijal predstavljaju upravo obnovljivi izvori energije. Me utim, analize koje su do sada sprovedene, slika 1, pokazuju da je taj potencijal nedovoljno iskori- en. Podru je Vojvodine kao oflitniceo Srbije i -ire posebno je pogodno za proizvodnju energije pomo u biomase, jer je ovo podru je gotovo nepresu-ni izvor biljnih sirovina koje se dobijaju prevashodno jednogodi-njom poljoprivrednom proizvodnjom. Me u svim obnovljivim izvorima energije upravo vrsta biomasa je daleko najzastupljeniji izvor u Vojvodini, slika 2.



Sl. 1 Potro-nja po energentima/energiji u Vojvodini u 2005. godini
Fig. 1 Dissolve of recours/energy in Vojvodina in 2005.



Sl. 2 Procentualno u e- e pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupnom potencijalu
Fig. 2 Partipation of some renewable recourses of energy in percent

Energija koja se dobija posredstvom vrste biomase poseduje vi-estruke mogu nosti u razli itim oblastima primene. Glavni deo toplotne energije mofoe se koristiti za: grejanje stambenog prostora,

grejanje farme, grejanje plasteni kog i stambenog prostora, grejanje ribnjaka, a biodizel bi se mogao koristiti za pogon traktora ili za pogon kogenerativnog postrojenja na te no gorivo.

Tab. 1 Raspoloflivost pojedinih vrsta otpadne biomase iz poljoprivrede
Tab. 1 Availability of biomass from agriculture

Biomasa od	Dobija se	Raspoloflivo za energetske potrebe
1 ha kukuruza	3, 85 tona komu-ine (kukuruzovine)	70%
1 ha kukuruza	1,65 tona oklasaka	30%
1 ha p-enice	1,0 tona slame	35%
1 ha soje	2,0 tona slame	60%

Na osnovu strukture setve u Vojvodini na individualnim gazdinstvima, povr-ine pod odre enim kulturama na uzornoj farmi od 11 ha bi iznosile:

- kukuruz ó 60% povr-ine ili 6,78ha
- p-enica ó 22% povr-ine ili 2,52ha
- soja ó 18% povr-ine ili 2ha

Pri tome, treba napomenuti da prose an prinos za kukuruz iznosi 5t/ha, p-enicu 4t/ha i soju 2t/ha.

Kukuruz je biljka ijom primenom je mogu e dobijati energiju i pomo u kukuruzovine i pomo u oklasaka, a raspoloflive energije od ovih kukuruznih ostataka iznose:

$$Q_{kom} = 303317 \text{ MJ/godi-nje} = 84255 \text{ kWh} = 7245 \text{ kg nafte}$$

$$Q_o = 49335 \text{ MJ} = 13705 \text{ kWh} = 1178 \text{ kg nafte}$$

Ukupna koli ina raspoloflive energije kukuruza iznosi:

$$Q_k = Q_{kom} + Q_o = 303317 + 49335 = 352652 \text{ MJ} = 97958 \text{ kWh} = 8423 \text{ kg nafte}$$

Raspolofliva energija od ostatka p-enice ó p-eni ne slame iznosi:

$$Q_{ps} = 45864 \text{ MJ/godi-nje} = 12740 \text{ kWh} = 1095 \text{ kg nafte}$$

Raspolofliva energija od ostatka soje ó sojine slame iznosi:

$$Q_{ss} = 36100 \text{ MJ/godi-nje} = 10028 \text{ kWh} = 862 \text{ kg nafte}$$

Ukupna koli ina raspoloflive energije od flitarica iznosi:

$$Q_{fi} = Q_{ps} + Q_{ss} = 45864 + 36100 = 81964 \text{ MJ} = 22768 \text{ kWh} = 1958 \text{ kg nafte}$$

Ukupna koli ina raspoloflive energije od poljoprivredne otpadne mase iznosi:

$$Q_k + Q_{fi} = 352652 + 81964 = 434616 \text{ MJ/godi-nje} = 120727 \text{ kWh} = 10380 \text{ kg nafte/godi-nje}$$

Raspolofliva koli ina energije od flitarica je 4 puta manja od raspoloflive energije od kukuruza.

Tako e, ra unom je dokazan poznati podatak da se sa 1ha poljoprivredne povr-ine mofle dobiti oko 3t otpadne poljoprivredne biomase, -to je ekvivalent jednoj toni nafte.

Novo tehnologije konverzije biomase zahtevaju: efikasan na in iskori- avanja energije biomase, konkurentnost cene u odnosu na energiju iz fosilnih goriva i manji uticaj na okolinu. Veliku perspektivu u automatizovanom loflenju imaju paleti i briketi kao gorivo.

TEHNOLOŠKO-TEHNIČKA REŠENJA TERMOENERGETSKIH SISTEMA

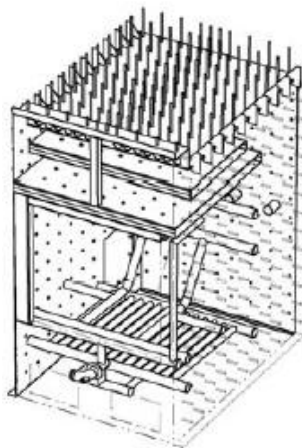
Tehnologije kori-enja biomase u energetske svrhe usmerene su ka njenom direktnom sagorevanju ili na prethodnu gasifikaciju, pa sagorevanje [9]. Tako e, iz biomase odre enim tehnologijama mogu da se proizvedu te na goriva (biodizel, bio-etanol i dr.), kao i bio-gas, koji se dobija anaerobnom ili aerobnom fermentacijom biomase [2]. Primenjena tehnologija kojom se stvaraju uslovi za kori-enje biomase u energetske svrhe umnogome zavisi od njene vrste, dostupnosti, na ina pripreme i primene, kao i od namene dobijene energije. Energija dobijena iz biomase, nastale u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje u Srbiji, naj e-e se koristi u okviru agrokompeksa.

Tako dobijenom energijom u termoenergetskim postrojenjima naj e- e se zagrevaju radni fluidi koji imaju zadatak da prenesu energiju do krajnjih korisnika, gde e se ona iskoristiti za zagrevanje objekata poput plastenika, staja, pa i stambenih objekata ili u nekim procesnim delatnostima, kao -to su: su-enje, uparavanje, isparavanje i dr. Kao radni fluidi kojim se produkovana toplota prenosi do krajnjih korisnika naj e- e se koriste vazduh ili voda. Radni fluid u termoenergetskim sistemima mođe biti i vodena para, ali se zbog njene manje primene u agrokompleksu (ne uzimaju i u obzir prehrambenu industriju) u ovom radu ne e navoditi. Oba fluida u svojoj primeni imaju odre ene prednosti ili nedostatke i kao takvi defini-u elemente kojim e termoenergetski sistemi biti opremljeni. Zajedni ke osobine navedenih fluida ogledaju se u tome, -to su lako dostupni, ne-kodljivi po zdravlje, jeftini i ako sa sobom nakon kori- enja ne nose nikakve primese ni u kojem pogledu ne zaga uju okolnu sredinu.

Uop-teno posmatrano vazduh se koristi u slu ajevima: kada je krajnji korisnik u blizini termoenergetskog postrojenja [11], kada se mođe fluid prenositi na nifim pritiscima, kada se feli izbe i inertnost u samozagrevanju sistema, kada nije problemati no variranje temperature radnog fluida, kada nema potrebe za šskladi-tenjemō energije u radnom fluidu, kada se feli izbe i mogu nost smrzavanja radnog fluida u vremenu kada postrojenje ne radi i ako se feli jeftinije i pouzdanije postrojenje. Primena vazduha kao radnog fluida u odnosu na vodu ima zna ajnih prednosti, ali se voda (ili neka druga pogodna te nost) mora koristiti: kada se feli omogu iti prenos toplotne energije na ve e udaljenosti, pogotovo ako istovremeno postoji vi-e korisnika [12], kada se mora prenositi ve a koli ina toplotne energije, manjim vodovima, kada se feli raditi na ve im pritiscima bez promena zapremine, kada je pofeljna inertnost sistema, efikasnija i ravnomernija raspodela energije.

Iako se ve ina opreme i ure aja kod termoenergetskih postrojenja koja koriste vazduh ili vodu razlikuju, zajedni ki element im je loffi-te za sagorevanje biomase. U Srbiji se uglavnom primenjuju termoenergetska postrojenja u kojima se biomasa direktno sagoreva u loffi-tima sa ravnom nepokretnom re-etkom. Iako je bilo poku-aja da se takva postrojenja osavremene, pri emu su gra ena postrojenja kod kojih su primenjivane tehnologije sagorevanja na kosoj i vertikalnoj re-etki, u ciklonskim loffi-tima ili u fluidizovanom sloju, nijedno od takvih re-enja nije na-lo -iru primenu u praksi. obja-njenje za to mođe da se na i u injenici da su to bila termoenergetska postrojenja velikih snaga, da im je fleksibilnost u radu bila ograni ena, a cena za njihovu realizaciju izrazito ve a od onih sa ravnom nepokretnom re-etkom.

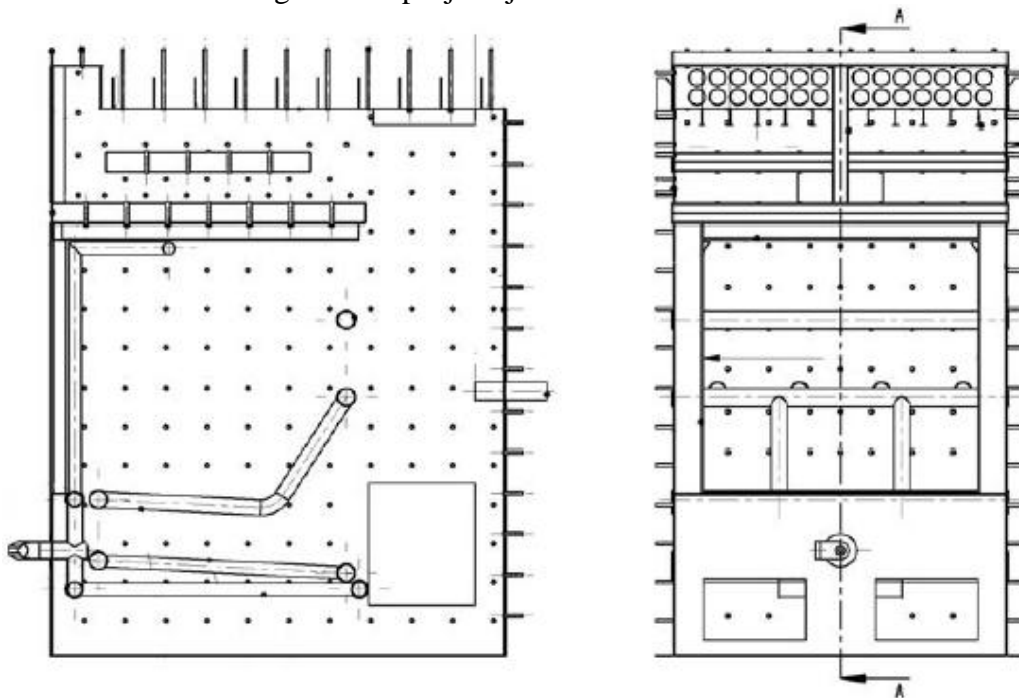
Karakteristika rada loffi-ta sa ravnom nepokretnom re-etkom nije primerena sada-njim stremljenjima o visokoj efikasnosti rada i minimalnom naru-avanju okoline. Ipak, mora se uzeti u obzir da e se i dalje graditi, po-to su jeftinija od drugih konstrukcija, zahtevaju manje slofenu opremu u radu i jednostavnije se opslufluju. Kod takvih loffi-ta biomasa se sagoreva u sloju, naj e- e u obliku malih ili velikih bala (izuzev biomase koja se dobija iz doradnih postrojenja), po-to je to najjeftiniji oblik pripremanja biomase nastale u procesima primarne poljoprivredne proizvodnje za sagorevanje.



Sl 3 Dvostepena rešetka ložišta kotla termičke snage 300 kW
 Fig. 3 Twostage grate of firebox boiler with thermic power of 300 kW

Po-to snaga loffi-ta najvi-e zavisi od koli ine sagorele biomase u njemu i od energetske efikasnosti njegovog rada, neophodno je da se u loffi-tu ispune svi uslovi koji e omogu iti da se predvi ena koli ina goriva u njemu sagori na energetski, ekolo-ki i ekonomski efikasan na in. Iz tog razloga se prilikom konstrukcija loffi-ta, izme u ostalog, mora obezbediti da se u loffi-te moŕe pravovremeno ubacivati dovoljna koli ina adekvatno pripremljene i raspore ene biomase, okolnog vazduha (najbolje po zomana sagorevanja) i da uvek postoji dovoljna koli ina energije za aktivizaciju procesa sagorevanja.

Jedna od modifikacija klasi nog loffi-ta za sagorevanje velikih rol bala biomase na ravnoj nepokretnoj re-etki je, radi pobolj-anja rada klasi nih sistema, ura ena na kotlovskom postrojenju koje je izgradila firma ŕEkoproduktõ u Novom Sadu, u okviru poljoprivrednog dobra ŕMitrosremõ u Sremskoj Mitrovici, radna jedinica ŕLa arakõ. U loffi-te je postavljena dvostepena re-etka, kao -to je prikazano na slici 3 ili u ortogonalnim projekcijama na slici 4.



*Sl 4 Ortogonalne projekcije dvostepene rešetke kotla termičke snage 300 kW
Fig. 4 Ortogonale projection of twostage grate boiler with thermic power of 300 kW*

Navedenom konstrukcijom dvostepene re-etke dobijene su neke mogu nosti koje su pobolj-ale rad loffi-ta, pa i kotlovskog postrojenja u celini. U najkra em mogu da se navedu:

- izbegavanje sabijanja (ga-enja) flara od prethodne bale prilikom ubacivanja nove ó velike (i te-ke) rol bale u loffi-te,
- mnogo brŕla, lak-a i ravnomernija potpala novouba ene bale,
- zna ajno smanjena produkcija ugljen-monoksida na po etku ciklusa sagorevanja bale,
- omogu avanje samorasipanja bale u procesu njenog sagorevanja, pri padanju delova bale sa gornje na donju re-etku,
- lak-e probijanje vazduha za sagorevanje kroz deŕeo sloj sagorevane bale,
- pove ane mogu nosti za regulisanje temperature u loffi-tu,
- potpunije dogorevanje bale biomase i dr.

Postignutim pobolj-anjima omogu eno je pribliŕavanje postavljenom cilju, a to je sagorevanje biomase na energetski, ekolo-ki i ekonomski efikasan na in.

U prikazanom loffi-tu radi njegovog efikasnijeg rada i povoljnije emisije gasova omogu eno je dodavanje primarnog, sekundarnog i tercijalnog vazduha za sagorevanje i to ispod donje re-etke, iznad

gornje rešetke (duvaljkama) i na ulasku u gornju komoru za sagorevanje gasovitih produkata sagorevanja i a i. Osim toga na mestima ubacivanja primarnog i sekundarnog vazduha za sagorevanje omogu eno je ubacivanje recikliranih produkata sagorevanja, koji se po potrebi iz talofne komore u odre enom procentu vra aju u lofite. Na takav na in omogu en je ve i kvalitet rada postrojenja za sagorevanje biomase, kao i ve e mogu nosti za regulisanje njegovog reffima rada.

Osim lofita kod postrojenja za sagorevanje biomase u najve em broju slu ajeva (izuzev direktnog uvo enja produkata sagorevanja u tehnolo ki proces) je vaflno adekvatno dimenzionisanje gasnog trakta da bi se omogu ila efikasna razmena toplote izme u produkata sagorevanja i radnog fluida, a da se pri tome ne stvori zna ajniji otpor strujanju fluida [1].

U zavisnosti od toga da li je radni fluid u termoenergetskom sistemu voda ili vazduh zavisi e i oprema koju sistem mora da sadrffi. Kod onih sistema kod kojih je radni fluid za prenos toplotne energije vazduh iza lofita se postavljaju razmenjiva i toplote vazduh-vazduh u kojima sa obavlja razmena toplote izme u produkata sagorevanja i vazduha, koji se dalje odvodi i dodatnim elementima raspore uje prema potrebama. Naj e e, sistem je opremljen ventilatorom za produkte sagorevanja, odvaja ima pepela i nesagorelih delova biomase (ciklonoma ili talofnicima), dimnjakom, ventilatorom za obezbe ivanje definisanog protoka vazduha ó radnog fluida, a po potrebi i primarnim pre ista ima tog vazduha na ulasku u sistem i na njegovom izlasku. Osim navedenog, za efikasan rad takvih sistema potrebno je da su opremljeni adekvatnom mernoregulacionom opremom kojom se u svakom trenutku mogu pratiti vaflniji parametri u radu sistema i automatski regulisati njegov rad. Termoenergetski sistemi kod kojih je radni fluid voda po svojoj opremljenosti i na inu rada su slofeniji. Poseban zahtev kod njihovog rada ogleđa se u tome da svi elementi i njihovi spojevi moraju biti vodonepropusni za zadate pritiske rada. Osnovno je da se kod ovakvih sistema razmena toplotne energije izme u vrelih produkata sagorevanja i vode, kao radnog fluida, obavlja u kotlovima do grani nih temperatura od 110° C (radni pritisak do 3 bara) za toplovodne sisteme i 130° C (radni pritisak do 8 bara) za vrelovodne sisteme [13]. Takvi ure aji su u odnosu na sisteme kod kojih je radni fluid vazduh za iste toplotne snage manji, po to je proces razmene toplote izme u vode i vazduha znatno efikasniji.

Osnovna oprema kojom moraju biti snabdevena kotlovska postrojenja [8] je: priklju ak za punjenje i prafnjenje na najnifloj ta ki postrojenja, termometar i manometar za vodu, koji su postavljeni na razvodnom vodu, i regulator sagorevanja kod kotlova na vrsto gorivo.

Osim osnovnih elemenata, u zavisnosti da li je re o toplovodnim ili vrelovodnim kotlovima, a prema standardima JUS M.E7.201 i JUS M.E7.203, kotlovska postrojenja moraju biti snabdevena i dodatnom merno-regulacionom i sigurnosnom opremom, kao to su: ekspanzioni otvoreni ili zatvoreni sudovi (ija zapremina je definisana zapreminom vode u termoenergetskom sistemu), sigurnosni vodovi povratnog i razvodnog voda (kod otvorenih ekspanzionih sudova), sigurnosne ŠUó cevi ili sigurnosnog i ventila za ispu tanje vazduha sa najvi e ta ke (kod zatvorenih ekspanzionih sudova) i ure aja za dobavljanje napojne vode (kod vrelovodnih termoenergetskih sistema).

Pored navedenog kao oprema termoenergetskih sistema mogu da se navedu ure aji za pre i avanje i omek avanje vode na napojnom vodu, cirkulacione pumpe, po potrebi i me ni ventili, filteri za vodu koja je u sistemu, nepovratni ventili, ure aji koji obezbe uju da se u kotao ne uvodi hladna voda (da bi se spre ila niskotemperaturna korozija, tj. brzo propadanje kotla), posude za izdvajanje vazduha iz sistema, ure aji za odrflavanje radnog pritiska u sistemu, sabirni i razdelni kolektori i druga merno-regulaciona oprema. Tako e, kod termoenergetskih sistema preporu uje se i ugradnja akumulacionih rezervoara toplote, ime e se umnogome ujedna iti temperatura vode u sistemu i pove ati efikasnost rada kotlovske postrojenja.

Osim navedenog, za efikasan rad termoenergetskih sistema vaflan je i pravilan izbor i na in postavljanja razmenjiva a u kojima e topla ili vrela voda iz sistema, kao radni fluid, predavati toplotnu energiju krajnjem potro a u. U agokompleksu je veoma razli ita primena toplotne energije, tako da se zbog obima ovog rada ne e preciznije navoditi na ini za kori enje energije i mogu e konstrukcije razmenjiva a toplote.

ZAKLJUČAK

Potrebe za toplotnom energijom u agrokompleksu na-e zemlje su velike. Veliki deo te energije mođe da se nadomesti kori-enjem biomase koja je nastala kao sekundarni ili tercijalni produkt primarne poljoprivredne proizvodnje ili kod dorade tih proizvoda. Uprkos tome -to sagorevanje biomase predstavlja njen najniđi kvalitet upotrebe, takva njena upotreba ima ogroman relativan i apsolutan zna aj kako za privredu, tako i za dru-tvo na-e zemlje u celini. Termoenergetski sistemi kod kojih se toplotna energija dobija iz biomase imaju niz specifi nosti, koje moraju da se uzmu u obzir kod njihovog projektovanja, izbora opreme i eksploatacije. Zbog znatnog razvoja u elektronici i njenim sve pristupa nijim cenama treba tefliti ka tome da se regulacija rada termoenergetskih sistema automatizuje u -to ve oj meri, ime bi bio omogu en njihov energetski, ekonomski i ekolo-ki efikasan rad.

LITERATURA

- [1] Bogner M, Termotehni ar. Poslovna knjiga, Beograd, 1999. s.797.
- [2] Brki M, Jani T, Somer D, Procesna tehnika i energetika, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006. s, 288.
- [3] Jani T, Kinetika sagorevanja balirane p-eni ne slame, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000. s. 120.
- [4] Jani T, Beki M, Modelovanje cevne grejne instalacije objekata za-ti enog prostora, Revija ó agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, 2005, 15(5): 1-5.
- [5] Jani T, Brki M, Igi S, Dobijanje toplotne energije sagorevanjem balirane biomase, Revija ó agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, 2006, 16(5): 34-37.
- [6] JUS M.E7.201 Postrojenja za centralno grejanje. Sigurnosno-tehni ka oprema postrojenja za grejanje toplom vodom, sa temperaturom razvodne vode do 110° C.
- [7] JUS M.E7.203 Postrojenja za centralno grejanje. Sigurnosno-tehni ka oprema postrojenja za grejanje toplom vodom, sa temperaturom razvodne vode iznad 110°C.
- [8] Kuli E. 1990. Principi projektovanja sistema grejanja, SMEITS, Beograd, s. 325.
- [9] Mesarovi M, Strategija kori-enja biomase kao obnovljivog izvora energije, Revija ó agronomska saznanja, JNDPT, Novi Sad, 2007, 17(6): 1-3
- [10] Pravilnik o grani nim vrednostima emisije, na inu i rokovima merenja i evidentiranja podataka. Sluđbeni glasnik R. Srbije, br. 30/1997 i 35/1997
- [11] Radonji M, Grejanje i vetrenje, Gra evinska knjiga, Beograd, 1979, s. 284
- [12] Reknagel H, Tpranger A, Tamek R, eperkovi Zagorka, Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnja ka banja, 1995, s. 1894
- [13] Todorovi B, Projektovanje postrojenja za centralno grejanje. Ma-inski fakultet, Beograd, 2000, s. 441
- [14] Martinov M, Te-i M, Brki , Ostaci biljne proizvodnje kao izvor energije case study op-tina Be ej, PIK šBe ejō, Savremena poljoptivredna tehnika, 2006, Vol. 32, No. 1-2
- [15] Te-i M, Igi S, Adamovi D. Proizvodnja energije ó novi zadatak i izvori prihoda za poljoprivredu, Savremena poljoptivredna tehnika, 2006, Vol. 32, No. 1-2