

Potencijal reindustrijalizacije Republike Srbije uz korišćenje biomase kao obnovljivog vida goriva

The Potential for Reindustrialization of the Republic of Serbia with the Use of Biomass as a Renewable Fuel

Milica Mladenović, Dragoljub Dakić, Nevena Petrov

University of Belgrade, VINČA Institute of Nuclear Sciences - National Institute of the Republic of Serbia,
Laboratory of Thermal Engineering and Energy

Rezime - U kontekstu savremene geopolitičke situacije i energetske neizvesnosti, cilj rada je da jače afirmiše upotrebu biomase kao domaćeg energenta i da ukaže na smernice za njeno pravilno i efikasno iskorišćenje. Prema zvaničnim podacima Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije, biomasa predstavlja ubedljivo najveći potencijal obnovljive energije u zemlji. Preko 60% procenjenog potencijala obnovljive energije u Republici Srbiji pripada biomasi (ne računajući velika hidroenergetska postrojenja). Mogućnost energetske iskorišćenja biomase, pri tome, ne zavisi od vremenskih prilika, doba dana ili godišnjeg doba, za razliku od drugih izvora obnovljive energije poput energije vetra i sunca. Pored ove i drugih prednosti koje biomasa kao jedino ugljenično - CO₂ - neutralno obnovljivo gorivo ima, potrebno je istaći i to da su postrojenja za konverziju energije iz biomase putem sagorevanja relativno jednostavna i u celosti se mogu proizvoditi u našoj zemlji. Ukoliko bi se ova postrojenja koristila u sistemima daljinskog grejanja uz mogućnost korišćenja toplotne energije i za tehnološke procese u uzgoju i preradi poljoprivrednih proizvoda i van grejne sezone, potencijali se šire. Postrojenja za preradu i doradu poljoprivrednih proizvoda (poput sušara) takođe se u velikoj meri mogu proizvoditi u Republici Srbiji. Prednosti i stepen iskorišćenja biomase kao obnovljivog energenta još više dolaze do izražaja pri njenoj upotrebi u kogenerativnim postrojenjima. Kad se sve navedeno uzme u obzir može se zaključiti da primena biomase može zauzeti značajno mesto u sveobuhvatnoj reindustrijalizaciji naše zemlje, o čemu će više reći biti u ovom radu. U radu je, takođe, ukazano na neke od prepreka za realizaciju ovih napora kao i primeri dobre prakse.

Ključne reči - sagorevanje biomase, daljinsko grejanje, obnovljivi izvori energije

Abstract - In the context of the current geopolitical situation and energy uncertainty, the aim of the paper is to affirm the use of biomass as a domestic energy source and to point out guidelines for its proper and efficient use. According to the official data of the Ministry of Mining and Energy of the Republic of Serbia, biomass represents by far the greatest potential for renewable energy in the country. Over 60% of the estimated potential of renewable energy in the Republic of Serbia belongs to biomass

(not counting large hydropower plants). The possibility of energy use of biomass, further, does not depend on weather conditions, time of day or season, unlike other renewable energy sources such as wind and solar energy. In addition to this and other advantages that biomass as the only carbon - CO₂ - neutral renewable fuel has, it should be noted that facilities for the conversion of energy from biomass through combustion are relatively technologically simple and can be produced entirely in our country. If these facilities were used in district heating systems with the possibility of using thermal energy for technological processes in the cultivation and processing of agricultural products even out of the heating season, the potentials and effects of biomass utilization would increase. Facilities for processing and finishing agricultural products (such as dryers) can also be largely produced in the Republic of Serbia. Advantages and the degree of utilization of biomass as a renewable energy source are even more pronounced when used in cogeneration plants. When all the above is considered, it can be concluded that the use of biomass can take a significant place in the overall reindustrialization of our country, which will be discussed in more detail in this paper. The paper also points out some of the obstacles to the realization of these efforts as well as examples of good practice.

Index Terms - Biomass combustion, District heating, Renewable energy sources

I UVOD

Najveći potencijal obnovljive energije u Republici Srbiji je u biomasi, kojoj pripada ≈63% od ukupnog potencijala obnovljive energije [1,2], od čega oko 60% pripada poljoprivrednoj biomasi dok se na šumsku odnosi ≈40%.

Postoji više načina konverzije energije iz biomase:

- neposredno sagorevanje radi dobijanja toplotne/električne energije,
- digestija – prerada otpada životinjskog i biljnog porekla u biogas,
- prerada u alkohol (etanol) kao zamena za benzin,
- proizvodnja biljnih ulja kao zamena za dizel.

Prva dva načina konverzije su tradicionalna, dok je za druga dva novija veoma upitna energetska i ekološka svrishodnost takve upotrebe biomase (etanol i biodizel se proizvode upravo iz hrane, pa se takva primena biomase mora vrlo ozbiljno analizirati sa stanovišta strateške energetske logike i etike). Stoga poslednje navedeni načini upotrebe biomase neće biti predmet ovog rada.

Pod **poljoprivrednom biomasom** se podrazumeva onaj deo poljoprivredne proizvodnje koji se ne koristi u ljudskoj i stočnoj ishrani i koji se tretira kao ostatak/otpad iz proizvodnje. To su: ostaci ratarske proizvodnje, drvena masa iz voćarske i vinogradarske proizvodnje, ostaci iz prerade voća i povrća, stajsko đubrivo itd. Od navedenih ostataka poljoprivredne proizvodnje najzastupljeniji su oni koji se mogu sakupljati u formi bala, odnosno ostaci ratarske proizvodnje (slame i stabljike ratarskih kultura: pšenica i druga žita, kukuruz, soja, suncokret, uljana repica itd). Tome treba dodati i mogućnost sakupljanja u formi bala i dobar deo energetskih biljaka (gajene isključivo u cilju zadovoljenja energetskih potreba). Energetske biljke se mogu gajiti na utrinama i devastiranim zemljištima.

Pod **šumskom biomasom** se podrazumeva ogревно drvo, pelet i drvena sečka. Dok se ogревно drvo tradicionalno najviše koristi u domaćinstvima, pelet je, u novije vreme, našao široku primenu i u etažnim i u daljinskim sistemima grejanja, zbog olakšane manipulacije, mogućnosti automatizovanog doziranja u ložišta sa velikim stepenom iskorišćenja (preko 85%). Bez obzira na komfor pri korišćenju, moraju se naznačiti i veliki energetska gubici pri proizvodnji peleta (priprema drvne sečke, sušenje, mlevenje, presovanje). Krajnja energetska efikasnost upotrebe peleta, u odnosu na polaznu sirovinu - drvo je 55-65% [3], zavisno od početne vlažnosti sirovine. Dakle, sa stanovišta da više od trećine ukupnog energetskog potencijala drveta otpada na pripremu peleta, mnogo je povoljnija direktna upotreba drvne sečke. Krajnja energetska efikasnost pri upotrebi drvne sečke je od 75-80 % početne sirovine, uz napomenu da je upotreba drvne sečke praktično moguća samo u termoenergetskim postrojenjima nešto veće snage (većim od 150kW).

Biogasna postrojenja su sve aktuelnija u skladu sa merama Republike Srbije za otkup električne energije proizvedene iz **biogasa** (2009. god.) uredbom o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije. Ova postrojenja koriste pretežno životinjski stajnjak uz neki drugi biootpad kao supstrat za proizvodnju biogasa. Tehnologija biogasnih postrojenja je uveliko dovedena do industrijske primene i njihova primena je ekološki posebno važna jer se umanjuje mogućnost emisije metana nastalog razlaganjem stajnjaka. Mana ovih postrojenja je što se mogu koristiti samo u sklopu velikih životinjskih farmi gde je stajnjak koncentrisan i lako se može sakupljati, što se može prevazići udruživanjem manjih farmi u zadruge, gde farmeri zajedno prikupljaju potrebne sirovine za zajedničko biogas postrojenje. Pored toga manu može predstavljati korišćenje zelene mase, npr. deteline ili silažnog kukuruza, kao sirovinske baze za rad biogasnih postrojenja. Korišćenje takve sirovine mora se smatrati kao korišćenje hrane, što je u najmanju ruku neetički.

II MOGUĆNOST PRIMENE BIOMASE KAO OBNOVLJIVOG VIDA ENERGIJE

Biomasa, kao obnovljiv vid energije, se može koristiti u sistemima grejanja, kogenerativnim postrojenjima, za dobijanje toplote za uzgoj biljaka i životinja, za industrijsku preradu poljoprivrednih proizvoda itd. [4,5].

Autonomna pokrajina Vojvodina (APV) je ravničarska i deo je Panonske nizije koji pripada Republici Srbiji. Zbog svog geografskog položaja i konfiguracije terena u njoj je poljoprivredna proizvodnja dominantna. U APV se nalazi 6 gradova, 52 gradska naselja i 457 sela [6,7]. Stečeno nasleđe Austro-Ugarske vladavine je da su sva naselja urbanizovana. Na teritoriji Republike Srbije se nalaze i druge ravničarske regije kao što su Posavina i Pomoravlje za koje važe slične konstatacije kao za APV. Konfiguracija ovih regija i mesta je idealna za toplifikaciju. U nekim od pomenutih mesta ili je izvršena, ili se vrši gasifikacija. Alternativa gasifikaciji je pomenuta toplifikacija. Preduslov za toplifikaciju je da su mesta urbanizovana kako bi se u perifernim naseljima, na obodu urbanih sredina izgradile toplane za daljinsko grejanje. Toplane na periferijama mogu koristiti ostatke poljoprivredne proizvodnje (otpadnu biomasu – onu koja nije namenjena za ishranu) iz neposredne okoline kao energetsku sirovinu. Grejanje na biomasu je održivo ako se ona skuplja u neposrednoj blizini mesta upotrebe, a preporučena udaljenost varira od 25 – 50 km za postrojenja zavisno od kapaciteta postrojenja (maksimalna distanca za postrojenja do 2 MW) [8,9].

Prosečna angažovana snaga toplana u Srbiji, tokom grejne sezone, je 45-50% od ukupno instaliranih kapaciteta. Ako se pomenuti podatak svede na celu godinu to znači da je raspoloživa snaga toplane, koja se može iskoristiti za druge potrebe sem grejanja, veća od 75% instaliranih kapaciteta. Poslednji podatak je osnovni preduslov da se u okviru pomenutih toplana mogu graditi i male industrijske zone za uzgoj, preradu i čuvanje poljoprivrednih proizvoda i druge industrijske/tehnološke potrebe. Skoro da ne postoji tehnologija uzgoja, prerade i čuvanja poljoprivrednih proizvoda koja nema potrošnju energije. Na sadašnjem nivou razvoja tehnologije toplotna energija se može koristiti i u sistemima hlađenja za čuvanje poljoprivrednih proizvoda. Na osnovu navedenog može se zaključiti da dobrom organizacijom poljoprivredne proizvodnje i prerade poljoprivrednih proizvoda, toplana na biomasu može raditi tokom cele godine, što sa druge strane garantuje brži povraćaj uložene investicije u ovakvo postrojenje.

Slična konstatacija se može odnositi i na šumsku biomasu. Zbog veće razuđenosti naselja u brdsko planinskim oblastima preporučuje se primena nešto manjih postrojenja koja su prilagođena za preradu proizvoda dostupnim u tim oblastima (bobičasto i jagodičasto voće, svo drugo voće, mini mlekare, obrada drveta, sušenje i ekstrakcija iz lekovitog bilja i slično). Ukoliko se toplotna postrojenja grade u blizini većih mesta mogu se koristiti u sistemima daljinskog grejanja, pod uslovom ne previše razuđene toplovodne mreže. Tu je opet potrebno favorizovati, sa stanovišta ekonomske i energetske efikasnosti, upotrebu drvne sečke naspram peleta, ukoliko su termoenergetska postrojenja veće snage (veća od 150kW).

Kogenerativna postrojenja su postala atraktivna investitorima nakon uvođenja povlašćene cene električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora, u Republici Srbiji 2013. godine. Kad se govori o kogenerativnim postrojenjima značajno je istaći primenu ORC sistema (Organic Rankine Cycle) koji se bazira na radu sa parama silikonskih ulja. Ovi sistemi su veoma pogodni za postrojenja manje snage $\approx 0,2-2$ MWel. To podrazumeva rad sa toplotnim agregatima snage od $\approx 1-10$ MW. Prednost ovih sistema je u tome što u njima toplotni agregati predstavljaju nisko pritisne vrelouljne kotlove koji ne zahtevaju visokostručne rukovaoce. Turbinski deo postrojenja se kupuje u inostranstvu u formi „crne kutije“ koja ima priključke za dovod i odvod vreloug ulja i elemente za vezu sa dalekovodima za isporuku proizvedene električne energije. Energija izlaznog ulja iz turbinskog postrojenja se dalje koristi za dobijanje toplotne energije za rad drugih tehnoloških celina.

Na početku ovog poglavlja je rečeno da je u pojedinim mestima, potencijalnim lokacijama za primenu toplifikacije na bazi biomase, izvršena ili se planira gasifikacija. Gasifikacija ne isključuje mogućnost toplifikacije. Naprotiv, upotreba ta dva moguća vida energetskog izvora mogu se idealno dopunjavati. Elem, u slučaju nepovoljnih vremenskih prilika (sušne ili preterano kišne godine) kvalitet i količina biomase može varirati, pa korišćenje gasa može u mnogome pomoći. Sa druge strane, zbog novonastale geopolitičke krize, mogu se očekivati znatna poskupljenja svih uvoznih energenata, a pogotovo prirodnog gasa, tako da biomasa može biti idealno alternativno gorivo gasu. Kod primene biomase drastična poskupljenja nisu realna, sem povećanja onih troškova koji se odnose na korišćenje tečnih goriva u pripremi biomase.

III STANJE DOMAĆE INDUSTRIJE IZ DOMENA PROIZVODNJE TERMOENERGETSKIH POSTROJENJA

U Republici Srbiji je, do devedesetih godina prošlog veka, bilo više velikih industrijskih subjekata koji su se, između ostalog, bavili proizvodnjom termoenergetske opreme kao: MINEL KOTLOGRADNJA AD Beograd, Ivo Lola Ribar (ILR) Beograd, GOŠA INDUSTRIJA DOO Smederevska Palanka, Janko Lisjak Beograd, CER Čačak, MIN TEHNO PROCES DOO SUBOTICA i drugi. Svi su oni imali svoje razvojne centre a neki od njih i svoje Institute (GOŠA, ILR). Svi pomenuti industrijski subjekti praktično više ne postoje ali i dalje postoje određena stečena znanja. Deo stečenih znanja sada se koristi u nizu manjih radionica ili fabrika proisteklih iz gore pomenutih preduzeća. Od većih fabrika preostali su samo ALFA PLAM –Vranje i MBS-Smederevo i to zahvaljujući svom asortimanu proizvoda koji se oslanja na mala postrojenja – peći i kotlove namenjene domaćinstvima. Sa druge strane, nije mnogo bolja situacija ni među potencijalnim korisnicima termotehničkih uređaja i termoenergetske opreme. Mnogi veliki poljoprivredni kombinati i prerađivači poljoprivrednih proizvoda su dovedeni do ruba propasti. Stoga se celokupna strategija razvoja i reindustrijalizacije zemlje mora usmeriti u pravcu favorizovanja JAVNO/PRIVATNOG partnerstva koje bi obezbedilo formiranje većeg broja preduzeća, dovoljno velikih da mogu opstati na tržištu, a da se u isto vreme za njihovu izgradnju mogu naći, prvenstveno domaći, investitori. Postojeći domaći proizvođači termotehničke opreme, koliko god su mali, i dalje su sposobni da

u velikoj meri proizvode opremu za manja termotehnička postrojenja, bilo da se radi o proizvodnji toplotnih postrojenja (prvenstveno kotlova) ili opreme za uzgoj i preradu poljoprivrednih proizvoda.

IV POTREBNI PRAVCI DELOVANJA

Na nivou države moraju se prepoznati pravci reindustrijalizacije zemlje uz korišćenje biomase kao obnovljivog izvora energije. Po definisanju pravaca razvoja potrebno je odrediti subvencije za podršku tog razvoja. Subvencije domaćim proizvođačima opreme i korisnicima iste moraju biti jasno definisane i po mogućstvu znatno veće nego što su subvencije koje se daju/ili su davane stranim investitorima. Subvencije stranim investitorima su bile i jesu neophodne u vreme oporavka domaće industrije. Zašto je važno podržati domaće proizvođače? Domaća proizvodnja podrazumeva i domaću pamet i domaći razvoj. Inostrane kompanije koje ulažu u nove fabrike kod nas, iz oblasti termoenergetike, ne ulažu i u naš razvoj. Oni razvoj organizuju u svojim matičnim zemljama, a kod nas koriste relativno jeftinu radnu snagu i tržište. To je apsolutno opravdano sa stanovišta stranih ulagača. Jedan od primera istinitosti iznete tvrdnje su i mnogobrojni pokušaji konkurisanja Laboratorije za termotehniku i energetiku (LTE) Instituta Vinča na međunarodnim konkursima koji su se odnosili na problematiku obnovljivih energenata. Ni na jednom konkursu na kom je participirano i koji se odnosio na razvoj određene tehnologije primene biomase kao obnovljivog izvora, LTE nije „prošla“ na konkursu. Prolazili su samo oni projekti koji su se odnosili na raznorazne analize, odnosno na definisanje pitanja koja olakšavaju potencijalnim inostranim investitorima pravac investiranja u našu zemlju. Kao što je rečeno, kratkoročno to je bilo korisno za našu zemlju, koja je bila u velikoj krizi, naročito posle posledica bombardovanja, sankcija, loše privatizacije i velike nezaposlenosti. Dugoročno gledano moramo se što više oslanjati na domaću privredu. Rad domaće privrede osigurava i domaći razvoj odnosno adekvatno školovanje i zapošljavanje domaćeg stručnog kadra.

Radi svega prethodno iznetog HITNO je potrebno:

- Formirati tim stručnjaka koji će definisati pravce razvoja.
- Formirati nekoliko demonstracionih projekata finansiranih od vlade koji mogu poslužiti kao dobri primeri primene biomase kao OIE. Potrebno je da budu zastupljeni projekti sa primenom i poljoprivredne i šumske biomase, kao i projekat kogenerativnog postrojenja.
- Prepoznati moguće proizvođače i korisnike energetske opreme i ukazati im na moguće subvencije države u razvoju, proizvodnji i primeni te opreme. Pod opremom se podrazumevaju: kotlovi (vodogrejni, parni, vrelouljni), sušare, sistemi grejanja i klimatizacije, razmenjivači toplote, ekstraktori itd. Ovde treba prepoznati i moguće proizvođače opreme za sakupljanje i pripremu biomase, kao energetskog izvora, kao što su proizvođači: balirki, utovarivača bala, seckalica drveta, sistemi za peletiranje, transportni sistemi, sistemi manipulacije i doziranja itd. Pri tome bilo bi izuzetno poželjno ukoliko bi se pristupilo i nekoj vrsti standardizacije gore pomenutih uređaja.
- Definirati učešće države u JAVNO/PRIVATNOM partnerstvu takvo da ohrabri domaće pa i strane investitore koji bi bazirali proizvodnju i razvoj opreme u

našoj zemlji. Pod ohrabivanjem prvenstveno se misli na odobravanje povoljnih kredita sa određenim odloženim periodom otplate i pojednostavljenja administrativnih prepreka u izgradnji planiranih postrojenja, uz uslov da planirana postrojenja rade u skladu sa usvojenim normama o zaštiti životne sredine.

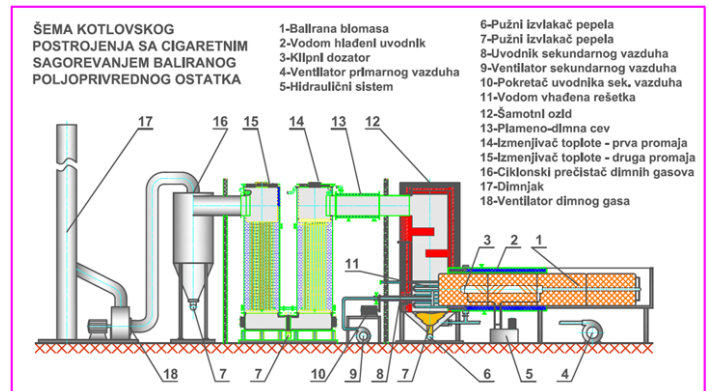
- Organizovanje tribina po selima na kojim bi se poljoprivrednim proizvođačima predočilo da uvođenjem toplifikacije naselja svoje grejanje ne moraju plaćati novcem već ostacima iz svoje poljoprivredne proizvodnje. U sklopu tih tribina ukazati na prednosti izgradnje uz toplane dodatnih kapaciteta za preradu poljoprivrednih proizvoda, tako da poljoprivrednici mogu svoju proizvodnju usmeriti ka onim kulturama koje donose veći prihod po hektaru, a koje se ne mogu gajiti ukoliko njihove prerade nema. Svaka prerada i dorada poljoprivrednih proizvoda u mnogome povećava cenu osnovne sirovine uz mogućnost zapošljavanja lokalnog stanovništva. Na taj način bi se podstakao ostanak mladih i sprečilo bi se odumiranje sela.
- Zbog složene celokupne problematike primene biomase kao OIE i velikog raspoloživog potencijala neophodno je u rešavanje svih iznetih problema uključiti u rad više ministarstava: Ministarstvo rudarstva i energetike, Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede, Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja, Ministarstvo privrede, Ministarstvo za rad, zapošljavanje, boračka i socijalna pitanja, Ministarstvo zaštite životne sredine, Kabinet ministra bez portfelja zaduženog za inovacije i tehnološki razvoj, Privredne komora Republike Srbije [10]. Iz dosadašnjih iskustava potpisnika ovog rada mislimo da je poslednja navedena tačka i najteža.

V PRIMER IZ PRAKSE KOJIM SE POKAZUJE DA JE SVE PRETHODNO PREDLOŽENO MOGUĆE

U okviru ranijih projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja razvijena je tehnologija cigaretnog sagorevanja baliranih ostataka poljoprivredne proizvodnje. Razvoj je išao od teoretskih razmatranja [11,12], laboratorijskih ispitivanja [13,14,15], izrade prototipnih postrojenja do izgradnje industrijskog postrojenja (kotla) snage 1,5-2MW [16-18]. Razvoj i izgradnja kotla je bila pod rukovodstvom Laboratorije za termotehniku i energetiku instituta Vinča. U razvoju su učestvovali i: Mašinski fakultet iz Beograda i njegov Inovacioni centar, Fakultet tehničkih nauka i Poljoprivredni fakultet iz Novog Sada, i Institut za zemljište iz Beograda. Razvijena tehnologija cigaretnog sagorevanja je patentirana (patent 51771-10.10.11). Ovde napominjemo da je tehnologija cigaretnog sagorevanja balirane biomase preporučena od strane EU instituta za energetiku iz Petena-Holandija kao najpovoljnija [19] za tu formu biomase. U prilog uspešnosti patentiranog i razvijenog rešenja navodimo da su pomenutu tehnologiju sagorevanja razvijale i nemačke i danske kompanije ali sa manje uspeha. Projekti u okviru kojih je pomenuta tehnologija sagorevanja razvijana svojevremeno su u kategoriji III (projekti - Integralna i Interdisciplinarna Istraživanja) i projektima Tehnološkog razvoja ocenjeni kao ubedljivo najbolji iz oblasti energetike. Projekat "Razvoj i unapređenje tehnologija za efikasno korišćenje

energije više oblika poljoprivredne i šumske biomase na ekološki prihvatljiv način, uz mogućnost kogeneracije", (Project III42011), je bio drugo plasirani od ukupno 120 projekata, a drugi "Unapređenje industrijskog postrojenja sa fluidizovanim slojem, u okviru tehnologije za energetski efikasno i ekološki izvodljivo sagorevanje raznih otpadnih materija u fluidizovanom sloju", (Projekat TR33042) je bio prvoplasirani od ukupno 320 projekata.

Izgrađeni kotao je služio za grejanje 1 ha plastenika u okviru nekadašnje PKB korporacije. Na slikama koje slede prikazana je šema kotla i nekoliko slika samog postrojenja (slike od 1 do 5), kao i izgled plastenika (slika 6).



Slika 1. Šema postrojenja sa cigaretnim sagorevanjem balirane slame

Na slikama 2, 3, 4 i 5 prikazano je izgrađeno postrojenje



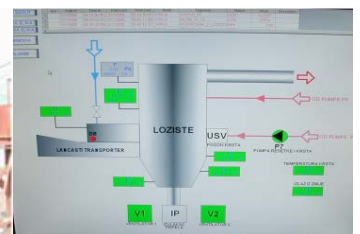
Slika 2. Kotlarnica sa akumulatorom toplote od 100 m3



Slika 3. Razmenjivač toplote (pozicije 13,14,15 sa slike 1)



Slika 4. Hidraulični dozator bala



Slika 5. Slika kontrolnog panela automatskog upravljanja

Prednost razvijene tehnologije cigaretnog sagorevanja je u tome

što primena biomasa u formi bala ne iziskuje nikakav naknadni tretman (rasturanje bala, seckanje biomase, međutransport i skladištenje) a samim tim donosi i veliku uštedu energije i smanjenje investicionih i eksploatacionih troškova.



Slika 6. 1 ha grejanih plastenika

Kotao je izgrađen zajedničkim zalaganjem pomenutih naučnih institucija i saradnjom sa firmama TIPO-kotlogradnja, UNBRA iz Beograda i Tremocentrom iz Čačka. Navedene firme su se praktično odrekle dobiti od izgradnje pomenutog kotla i aktivno su učestvovala u razvoju. Kotao je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja i Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede u odnosu $\approx 50\%/50\%$. Kompanija PKB je učestvovala u izgradnji zgrade kotlarnice i akumulatora toplote.

Uslov finansiranja izgradnje kotla bio je da kotao zadrži status eksperimentalnog i demonstracionog postrojenja. Konceptija eksperimentalnog postrojenja je trebao da bude u smislu mogućnosti ispitivanja karakteristika sagorevanja različitih baliranih biomasa (pšenična i druge slame, kukuruzovina, energetske biljke). Inače kotao je projektovan za rad sa balama sojine slame. Konceptija demonstracionog postrojenja je osmišljena u cilju da svi potencijalni korisnici pomenute tehnologije sagorevanja mogu na licu mesta da se uvere u rad kotla, prateće opreme i instalacije pre nego što se odluče za izgradnju takvog postrojenja. Bez zajedničkog zalaganja svih aktera u razvoju, proizvođača opreme, korisnika i finansijera do realizacije izgradnje ne bi ni došlo. Sinhronizovanje te saradnje je ujedno bio i najteži deo u ostvarivanju krajnjeg cilja. Zbog toga je ranije i naglašeno da u slučaju realizacije predloga iz ovog rada najveći teret će pasti na instituciju koja treba da sinhronizuje rad svih predviđenih aktera.

Kotao je radio više od 10 godina praktično bez ikakvih tehnoloških problema. Jedini problemi koji su se javljali u prvim godinama eksploatacije bili su vezani za kvalitet goriva. Zbog neadekvatne zaštite biomase od vremenskih uslova povremeno je dolazilo do korišćenja izuzetno vlažnih bala koje su otežano sagorevale. Vremenom su se stekla iskustva u zaštiti bala od vremenskih uslova pravilnim odlaganjem i skladištenjem, pa su ti problemi prevaziđeni. Sadašnje stanje kotla je katastrofalno. Nakon privatizacije PKB korporacije 2018., samo kotlovsko postrojenje, u užem smislu, je pripalo kompaniji ALDAHRA, dok su plastenici, zemljište i zgrada kotlarnice ostali u neprivatizovanom delu PKB korporacije. Rukovodstvo kompanije ALDAHRA je odlučilo da kotao iseče i proda u staro gvožđe umesto da se izvrši remont i sanacija nakon dve godine

nerada zbog nerešenih vlasničkih pitanja. Uništenjem kotla naneta je i nesaglediva šteta plastenicima u koje je uloženo i više nego u samo kotlovsko postrojenje. Pored toga one kompanije koje su kotao napravile, sa odricanjem od profita, ne mogu više novim potencijalnim kupcima da pokažu kako kotao radi u realnim uslovima, a naučne organizacije koje su kotao razvile nemaju više predviđenu eksperimentalnu bazu za ispitivanje sagorevanja različitih biomasa, a samim tim i definisanje tačnijih projektnih parametara budućih novih postrojenja sa cigaretnim principom sagorevanja.

VIII ZAKLJUČAK

Svi pokazatelji izneti u ovom radu ukazuju na to da primena biomase kao obnovljivog vida goriva može pomoći u: reindustrijalizaciji Republike Srbije, podizanju nivoa poljoprivredne proizvodnje, podsticanju javno privatnog partnerstva, smanjenju nezaposlenosti, školovanju domaćeg kadra u poslovima razvoja termoenergetskih postrojenja, smanjenju uvoza fosilnih goriva i usmeravanju mogućih donacija i podsticajnih sredstava u pravcu koji ovaj rad sugeriše. Pored toga jasno je ukazano da se bez sinhronizovanog rada mnogih delova Vlade, proizvodnih kompanija, korisnika razvijenih tehnoloških postrojenja, i obrazovno/naučnih organizacija ne mogu očekivati željeni rezultati.

ZAHVALNICA/ACKNOWLEDGEMENT

Ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije; Ugovor broj 451-03-9/2021-14/200017.

LITERATURA/REFERENCES

- [1] Schneider, D.R., Duic, N., Raguzin, I., Bogdan, Z., Ban, M., Grubor, B., Stefanović, P., Dakić, D., Repić, B., Stevanović, Ž., Zbogar, A., Studović, M., Nemoda, S., Oka, N., Đurović, D., Kadić, N., Bakić, V., Belošević, S., Erić, A., Mladenović, R., Paprika, M., Delalić, N., Lekić, A., Bajramović, R., Teskeredžić, A., Smajević, I., Džaferović, E., Begić, F., Lučić, H., Metović, S., Petrović, S., Djugum, A., Kadrić, D., Hodžić, N., Kulic, F., Kazagić, A., Gafić, A. Mapping the potential for decentralized energy generation based on RES in Western Balkans, *Thermal Science*, Vol. 11, No. 3, pp. 7-26, 2007. <https://doi.org/10.2298/TSCI0703007S>
- [2] Dakić, D. *Biomasa iz ratarske proizvodnje*, Demokratska stranka, Beograd, 2011.
- [3] Rajabi Hamedani, S., Colantoni, A., Gallucci, F., Salerno, M., Silvestri, C., Villarini, M. Comparative energy and environmental analysis of agro-pellet production from orchard woody biomass, *Biomass and Bioenergy*, Vol.129, 105334, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105334>
- [4] Čurčić, S., Vesković, M., Vujičić, M. Analiza zahteva za korišćenje otpadne drvine i biljne biomase u Srbiji u energetske svrhe, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 23, No. 3, pp. 80-84, 2021. <https://doi.org/10.46793/EEE21-3.80C>
- [5] Čurčić, S. Mogućnosti korišćenja otpadne drvine i poljoprivredne biomase u Srbiji u kogeneracionim postrojenjima, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 23, No. 2, pp. 26-30, 2021. <https://doi.org/10.46793/EEE21-2.26C>
- [6] Stevanović, R. Cities of Republic of Serbia in the Population Censuses from 1948 to 2002, *Stanovništvo*, Vol. 38, pp. 1-4, 2004.
- [7] *Autonomous Province of Vojvodina - APV* [pristupljeno 10.03.2022]
- [8] Ruiz, J.A., Juárez, M.C., Morales, M.P., Muñoz, P., Mendiivil, M.A. Biomass logistics: Financial & environmental costs. Case study: 2MW electrical power plants, *Biomass and bioenergy*, Vol. 56, pp. 260-267, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.05.014>
- [9] Đaković, D., Gvozdenac Urošević, B., Vasić, G. Logistika snabdevanja energetskog postrojenja biomasom, in *Proc. Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji – Processing, [S.L.]*, Vol. 27, No. 1, 2017.

- <https://izdanja.smeits.rs/index.php/ptk/article/view/2341> [pristupljeno 10.03.2022]
- [10] Mladenović, M., Vučićević, B., Živković, G. Recommendations for organized and energy efficient use of biomass under the KeepWarm international project, in Proc. *19th International Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia-SIMTERM 2019*, Sokobanja, Srbija, 2019.
- [11] Eric, A., Dakić, D., Nemoda, S., Komatina, M., Repić, B. Experimental determination thermo physical characteristics of balled biomass, *Energy*, Vol. 45, No. 1, pp. 350-357, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.063>
- [12] Eric, A., Dakić, D., Nemoda, S., Komatina, M., Repić, B. Experimental method for determining Forchheimer equation coefficients related to flow of air through the bales of soy straw, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 54, pp. 19-20, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.05.015>
- [13] Repić, B., Dakić, D., Eric, A., Djurovic D., Mladenovic, M., Nemoda S. Experimental investigations of the combustion processes in the furnace for straw combustion, in Proc. *20th International Congress of Chemical and Process Engineering and PRES 2012, CHISA 2012 – 15th Conference PRES*, 2012.
- [14] Mladenovic, R., Belosevic, S., Paprika, M., Komatina M., Dakić, D., Eric, A., Djurovic D. Effects of air excess control in a heat storage solid fuel-fired household furnace, *Applied Thermal Engineering*, Vol. 27, No. 13, pp. 2243-2251, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2007.01.016>
- [15] Marinkovic, A., Dakic, D., Mladenovic, M., Nemoda, S. Experimental determination of the effects of additives on agricultural biomass ash characteristics, *Contemporary Agricultural Engineering*, Vol. 37, No. 2, pp. 119-224, 2011. https://www.researchgate.net/publication/277195007_Experimental_determination_of_the_effects_of_additives_on_agricultural_biomass_ash_characteristics [pristupljeno 10.03.2022]
- [16] Djurovic, D., Nemoda S., Dakic, D., Adzic M., Repic B.. Furnace for biomass combustion – Comparison of model with experimental data, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 55, Issue 15-16, pp. 4312-4317, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2012.03.079>
- [17] Mladenovic, R., Dakić, D., Erić, A., Mladenović, M., Paprika, M., Repić, B. The boiler concept for combustion of large soya straw bales, *Energy*, Vol. 34, No. 5, pp. 715-723, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.02.003>
- [18] Živković, G., Dakić, D., Rudonja, N., Repić, B. Experimental research of thermal processes in the thermal storage tank with a phase change medium, in Proc. *5th International Conference Power Plants 2012*, Zlatibor, Serbia, pp. 1138-1149, October 30–November 2, 2012.
- [19] Kavalov, B., Peteves, S. *Bioheat Applications in the European Union: An Analysis and Perspective for 2010*. 'Report No.' EUR 21401 EN European Commission in Joint Reserch Centre, Petten, The Netherlands, 2004. [Microsoft Word - EUR 21401 EN.doc \(eirc-foundation.eu\)](https://www.europecentre.com/eur21401-en.doc) [pristupljeno 10.03.2022]

AUTORI/AUTHORS

dr Milica Mladenović - viši naučni saradnik, University of Belgrade, VINČA Institute of Nuclear Sciences, Laboratory of Thermal Engineering and Energy, Belgrade, Serbia, mica@vin.bg.ac.rs, ORCID [0000-0003-1924-0437](https://orcid.org/0000-0003-1924-0437)

dr Dragoljub Dakić - naučni savetnik, University of Belgrade, VINČA Institute of Nuclear Sciences, Laboratory of Thermal Engineering and Energy, Belgrade, Serbia, dakicdr@vinca.rs

msr Nevena Petrov - istraživač pripravnik, University of Belgrade, VINČA Institute of Nuclear Sciences, Laboratory of Thermal Engineering and Energy, Belgrade, Serbia, npetrov@vin.bg.ac.rs, ORCID [0000-0002-4587-4751](https://orcid.org/0000-0002-4587-4751)