

# Analiza zahteva za korišćenje otpadne drvene i biljne biomase u Srbiji u energetske svrhe

## Analysis of Requirements for the Use of Waste Wood and Plant Biomass in Serbia for Energy Purposes

Srećko Čurčić, Milan Vesković, Momčilo Vujičić

Fakultet tehničkih nauka u Čačku

**Rezime** - Korišćenje otpadne drvene i poljoprivredne biomase kao obnovljivih izvora energije, poslednjih godina predstavlja praktičan i pouzdan način za dobijanje energije u većini zemalja EU. Brojna naučna i praktična istraživanja usmerena su upravo na mogućnosti upotrebe različitih izvora otpadne drvene i biljne biomase kako za energetske svrhe, tako i za druge moguće potrebe. Dobro isplaniran lanac snabdevanja otpadnom drvnom i biljnim biomasom u Srbiji, sa odgovarajućim pripremnim tehnologijama može značajno da utiče racionalno korišćenje raspoloživih resursa. U ovom radu data je analiza zahteva za korišćenje raspoloživih resursa otpadne drvene i poljoprivredne biomase u Srbiji za odgovarajuće svrhe.

**Gljučne reči** - analiza zahteva, otpadna drvena i biljna biomasa, racionalno korišćenje, regionalna teritorija

**Abstract** - The use of waste wood and agricultural biomass as renewable energy sources has in recent years been a practical and reliable way to obtain energy in most EU countries. Numerous scientific and practical researches are focused on the possibilities of using different sources of waste wood and plant biomass for energy purposes, as well as for other possible needs. A well-planned supply chain of waste wood and plant biomass in Serbia, with appropriate preparatory technologies, can significantly influence the rational use of available resources. This paper presents an analysis of the requirements for the use of available resources of waste wood and agricultural biomass in Serbia for appropriate purposes.

**Index Terms** - requirements analysis, waste wood and plant biomass, rational use, regional territory

### I UVODNA RAZMATRANJA

Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, od posečene zapremine drveta, pored glavnih vrsta proizvoda, evidentan je i drveni ostatak koji ostaje u šumi, i obično iznosi oko 10%. Pored ovoga, kao što je već naglašeno, u šumama ostaju panjevi i tanje grane. Zapremina uobičajeno neiskorišćenih delova drveta, koji sadrže koru, tanke grane i panjeve, iznose oko 42% od ukupne zapremine drvene mase drveta. To znači da prema sadašnjoj seči drveta u šumama Srbije ostaje velika količina drvnih ostataka, tj. drvnog otpada. Ovi ostaci su različiti po veličini i obliku, i rasuti su po šumi. Koji deo ostataka će biti iskorišćen uglavnom zavisi

od vrste terena, šumske infrastrukture i razdaljine do mesta za iskorišćenje ostataka. U nepristupačnim šumama, sa vrlo strmim nagibima, sa šumskom infrastrukturom koja je u lošem stanju, i gde je neophodno zaštititi zemljište od erozije, procenat šumskih ostataka koji se mogu izvući iz šume je manji. Sa boljom šumskom infrastrukturom, i sa odgovarajućom cenom, mnogo veća količina šumskih ostataka bi mogla da se iskoristi u energetske svrhe nego što je to sada slučaj.

Treba istaći da je stepen iskorišćenja šuma (odnos seče i prirasta) u Srbiji manji od 50%, dok je u razvijenim zemljama ovaj koeficijent znatno viši i kreće se oko 75% [4]. Dakle, treba istaći da postoji mogućnost da se u pojedinim šumama Srbije povećava obim seče drveta u odnosu na današnji nivo, a samim tim i energetski potencijal ogrevnog drveta. Kao što je već naglašeno, veoma važan uslov za bolje iskorišćenje šuma je poboljšanje šumskih puteva.

Značajne količine otpadnog drveta za energiju se dobijaju na pilanama i drugim pogonima za preradu drveta - drvo od tehničkih trupaca sa greškama ili od trupaca koji su napadnuti gljivama, okorci, piljevina i slično. Proizvodi koji se mogu koristiti od ostataka pri preradi drveta su briketi i peleti.

Svi drveni ostaci koji nastaju u šumama i zasadima oko puteva i proseka, granjevina, panjevi i slično ostaju obično oko puteva, gde se vrši prirodna razgradnja ove drvene mase. Prirodna razgradnja – humifikacija ovih drvnih ostataka odvija se spontano i traje više godina. Nažalost, često se ova drvena masa spaljuje u šumi, što donosi rizike od požara i šteta na šumskom zemljištu.

Kada se govori o biomasi u poljoprivredi onda se, pre svega, misli na biljne ostatke iz biljne, voćarske i vinogradarske proizvodnje. Procenjeno je da se svake godine u Srbiji proizvede ukupna količina od oko 12,5 miliona tona biomase, od toga u Vojvodini oko 9 miliona tona (72%) [1,4]. Postoje velike mogućnosti za korišćenje biomase u poljoprivredi: za proizvodnju humusa (zaoravanjem), stajnjaka (prostiranjem), stočne hrane (bez tretiranja, sa tretiranjem hemijskim sredstvima, mešanjem sa proteinskim hranivima i dr.), toplotne energije (loženjem), građevinskog materijala (razne presovane ploče i kocke), delova nameštaja (ploče „iverice”), alkohola (vrenjem), biogasa (anaerobnim vrenjem), za proizvodnju papira i ambalaže, sredstava za čišćenje metalnih površina (poliranjem), pudera i

drugih kozmetičkih sredstava, ukrasnih predmeta (tapiserija, slamnatih šešira, i dr.) i za druge svrhe.

Između ratara, stočara, tehnologa, mašinaca, ekonomista i ostalih potencijalnih korisnika biomase postoje oprečna mišljenja u koje svrhe bi se mogla najkorisnije upotrebiti biomasa [5,7]. Ratari smatraju da najveći deo biomase treba zaorati i na taj način povećati plodnost zemljišta, stočari smatraju da treba biomasu koristiti za prostirku i proizvodnju stočne hrane, i sa stajnjakom povećati plodnost zemljišta, tehnolozi smatraju da od biomase treba proizvoditi alkohol, termičari smatraju da biomasu treba koristiti za proizvodnju toplotne energije, itd [1, 3].

Pojedini ostaci biljne biomase mogu se koristiti u procesima kompostiranja za dobijanje komposta. Kompostirani se mogu gotovo svi biljni ostaci sa vlagom većom od 40% (trava, lišće, granje, ostaci voća i povrća i sl.). Kao proizvod kompostiranja dobija se koristan materijal (kompost), sličan humusu, koji nema neprijatan miris i koji se može koristiti kao sredstvo za kondicioniranje zemljišta ili kao đubrivo.

Kompost u zemljištu povoljno utiče na poboljšanje vodnog, vazdušnog i toplotnog režima zemljišta. Takođe, kompost se može koristiti za poboljšanje kvaliteta degradiranih zemljišta i kao supstrat u proizvodnji različitih biljnih vrsta. Treba imati u vidu da se velike količine čvrstog komunalnog otpada odlažu na deponijama i utiču na zdravlje ljudi ali i na kvalitet životne sredine. Deponovanjem ostataka biomase na deponije nastaju gasovi CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i dr., koji se emituju u atmosferu i doprinose efektu staklene bašte.



**Slika 1.** Kompostna gomila **Slika 2.** Formiran kompost

U zavisnosti od mesta nastanka, stepena vlažnosti i količina drvene i biljne biomase potrebno je izvršiti odgovarajuću pripremu za racionalno njihovo korišćenje. Pripremne tehnologije za racionalno korišćenje drvena i biljne biomase treba da obuhvate odgovarajuću pripremu na izvoru nastanka sa odgovarajućom mobilnom mehanizacijom.

Dakle, pri proizvodnji poljoprivrednih proizvoda nastaju razni ostaci koji mogu da se koriste kao energenti ili u druge svrhe. Prema dostupnim saznanjima, valorizacija reznica od: malina, kupina, vinograda, voćnjaka i nekih drugih poljoprivrednih proizvoda je veoma retka, odnosno ova valorizacija najčešće se vrši spaljivanjem na izvornim lokacijama [9].

## II STRATEŠKI CILJEVI ZA KORIŠĆENJE DRVNE I BILJNE BIOMASE KAO ENERGENTA

Obnovljivi izvori energije od drvene i biljne biomase, značajno mogu doprineti manjem korišćenju fosilnih goriva i ostvarivanju definisanih ciljeva o udelu obnovljivih izvora u finalnoj potrošnji energije, kao i unapređenju životne sredine. Ciljevi energetske politike Republike Srbije koji se odnose na veće korišćenje OIE

(obnovljivih izvora energije) od biomase moguće je postići realizacijom sledećih aktivnosti:

- izgradnjom novih objekata koji zadovoljavaju zahteve u pogledu energetske efikasnosti i iskorišćenja biomase kao energenta,
- energetskom sanacijom zgrada i uvođenjem grejanja na energente od biomase u sektoru zgradarstva (uglavnom u javnom sektoru),
- zamenom biomasom ulja za loženje, uglja i prirodnog gasa koji se koriste za grejanje,
- uvođenjem daljinskih sistema grejanja baziranih na korišćenju biomase i kombinovanoj proizvodnji električne i toplotne energije,
- korišćenjem i proizvodnjom opreme i tehnologija koje će omogućiti efikasnije korišćenje energije iz biomase.

Ključne aktivnosti koje treba preduzeti da bise navedeni ciljevi ostvarili obuhvataju:

- obezbeđivanje vodeće uloge javnog sektora u sprovođenju efikasne upotrebe energije iz biomase,
- postavljanje efikasne upotrebe energije iz biomase na način da se podstakne ekonomski razvoj zemlje (proizvodnja opreme i tehnologije za zelenu energiju),
- razvoj održive proizvodnje biomase i obezbeđivanje finansijske podrške za razvoj,
- formiranje tržišta energije od biomase.

Za postizanje navedenih ciljeva u oblasti korišćenja energije iz biomase neophodno je primeniti sledeće mere podrške:

- donošenje i unapređenje pravnog okvira koji će podstaći energetske efikasnije korišćenje energije i veće korišćenje biomase kao energenta,
- donošenje i unapređenje pravnog okvira koji će podstaći energetske efikasnije korišćenje energije i veće korišćenje biomase kao energenta,
- mere ekonomskih podsticaja (kroz nastavljane već uspostavljene šeme podrške za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije toplotne i električne energije sa visokom efikasnošću procesa, kao i pripremom smernica za podršku proizvodnje toplotne energije iz biomase na lokalnom nivou),
- direktne finansijske stimulacije i odgovarajuće poreske politike,
- mere koje će podstaći održivo tržište biomase,
- sistematsko promovisanje najboljih praksi primenjenih u zemljama EU (efikasno korišćenje energije od biomase),
- sistematsko planiranje projekata u oblasti energetskog korišćenja biomase i dr.

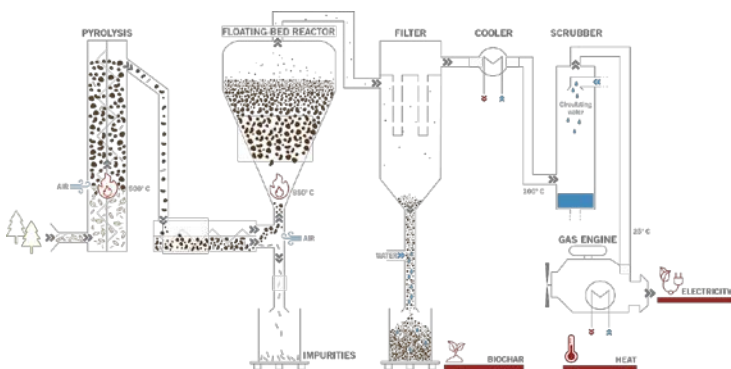
## III TEHNOLOGIJE ZA KORIŠĆENJE RASPOLOŽIVOG ENERGETSKOG POTENCIJALA OD DRVNE I BILJNE BIOMASE

Može se očekivati da će racionalno korišćenje energetskog potencijala od drvene i biljne biomase imati veoma važnu ulogu u proizvodnji energije u Srbiji u narednim godinama, imajući u vidu i da je neophodno da se smanji količina CO<sub>2</sub> koji se emituje u atmosferu. U sve to trebalo bi da se uključi i država koja bi određenim podsticajnim sredstvima pomagati razvoj tržišta obnovljivih energenata.

Za racionalno korišćenje raspoložive otpadne drvene i biljne biomase u energetske svrhe, raspoloživi potencijali mogu se koristiti za proizvodnju toplotne i/ili električne energije. Kogeneracija (CHP - često se koristi i izraz kombinovana proizvodnja toplotne i električne energije) je istovremeno generisanje korisne toplote i električne energije u jednom procesu. Kod kombinovane proizvodnje toplote i električne energije potrošnja goriva može se smanjiti približno 25–35 % u poređenju sa proizvodnjom električne i toplotne energije u odvojenim procesima. Na taj način emisija CO<sub>2</sub> po proizvedenoj toploti i električnoj energiji je smanjena, a ukupan stepen iskorišćenja je veći.

Termohemijski procesi se primenjuju za konverziju biomase, tako da se kao primarni proizvod dobija toplota (kod sagorevanja), gas (kod gasifikacije) i tečno gorivo (kod pirolize). Način na koji će dobijeni gas ili tečno gorivo biti dalje korišćeni, zavisi od odabrane tehnologije.

Tehnološki postupak gasifikacije temelji se na termohemijskom pretvaranju/ rasplinjavanju sirovine i kasnijem korišćenju proizvedenog gasa u gasnom motoru. Gasifikacija ima sledeće faze: zagrevanje i sušenje, piroliza, redukcija i oksidacija. Proizvedeni gas se može nakon hlađenja i prečišćavanja koristiti u kogeneracionim jedinicama zasnovanim na motorima SUS (slika 3).



Slika 3. Šema integrisanog procesa gasifikacije i kogeneracije

#### IV ANALIZA ZAHTEVA ZA KORIŠĆENJE OTPADNE DRVNE I BILJNE BIOMASE U SRBIJI U ENERGETSKE SVRHE

Za dalji razvoj energetske korišćenja čvrstih otpadnih biogoriva biće bitno da se obezbedi povećanje održivosti korišćenja biomase i očuva stepen prihvaćenosti bioenergije, tako da obećavajući projekti mogu uspešno da se realizuju. Pri tome između ostalog, u obzir treba uzeti sledeće aspekte:

- Mora se osigurati ekonomska isplativost ložišnih postrojenja na čvrstu biomasu. Veći broj projekata, dovodi do smanjenja investicionih troškova, ali se to smanjenje usled porasta troškova pripreme goriva ponovo nadoknađuje. Realizacija ekonomski isplative proizvodnje toplote, odnosno električne i toplotne energije iz otpadnih čvrstih goriva stoga uprkos mnoštvu mogućih podsticaja i dalje ostaje veliki izazov. Ona u velikoj meri zavisi od efikasnog korišćenja ukupne energije i pre svega od dobrog iskorišćenja toplotne energije i integracije u

lokalni energetske sistem.

- Mora se obezbediti dovoljna količina pogodnih i povoljnih gorivnih sirovina. To je odlučujuće za svaki projekat energetske korišćenja biogenih čvrstih goriva. Ranije sklapani dugoročno pouzdani ugovorni sporazumi sa dobavljačima goriva u velikoj meri više ne mogu da se realizuju. Za biogoriva i postrojenja, odnosno tehnologije, razvilo se tržište na kome operator postrojenja svoju potrebu za gorivom i kratkoročno može da pokrije pod odgovarajućim uslovima. Uslovi tržišta, kao i ekonomska isplativost postrojenja mogu, međutim, kratkoročno da se promene.
- I u oblasti tehničkih uređaja se u prošlosti već razvilo tržište za tražene proizvode iz serijske proizvodnje. Taj razvoj će verovatno da se nastavi i dalje i da omogući da i veći projekti koriste standardizovanu tehniku i tako kontrolišu razvoj troškova.
- Za manja postrojenja, od značaja može biti lokalno snabdevanje raspoloživom sirovinom za grejanje. U tu svrhu treba obezbediti dobro i efikasno organizovanu logistiku pripreme goriva. To uključuje sve procesne korake povezane sa osiguravanjem raspoloživosti biogenih čvrstih goriva kao što su uzgoj, žetva ili prikupljanje, skladištenje, transport i dopremanje do postrojenja za konverziju.
- Potrebno je da postoji potreba za pouzdanim i dobrim informacijama i savetodavnim uslugama. Nedostatak informacija može pre svega da se otkloni pomoću preliminarnih ocena projekta koja uzima u obzir postojeće potrebe. Neophodno je poznavanje često promenljivih okvirnih uslova u poljoprivredi, šumarstvu i energetske privredi da bi se uspešno sproveo projekat energetske korišćenja biogenih čvrstih goriva.

Korišćenjem raspoloživih resursa otpadne drvene i biljne biomase u odgovarajućim postrojenjima mogu se očekivati višestruko pozitivni efekti. Da bi se ostvarili ti efekti, potrebno je uraditi sledeće:

- uspostaviti saradnju između stanovnika i budućih korisnika raspoloživih resursa,
- uspostaviti saradnju sa organima lokalne samouprave,
- obezbediti edukaciju lokalnog stanovništva i zainteresovanih strana o konceptima obnovljivih i neobnovljivih izvora energije,
- analizirati realne energetske potrebe (kratkoročne i dugoročne) domaćinstava na definisanoj teritoriji,
- analizirati i izvršiti selekciju budžetskih i nebudžetskih izvora finansiranja razvoja održivog energetske modela za definisanu teritoriju,
- obaviti transfer znanja i tehnologija između domaćinstava kao uspešnog razvojnog modela.

Korišćenjem otpadne drvene i poljoprivredne biomase u energetske svrhe imaće i dodatne pozitivne efekte, a oni su:

- zaštita i unapređenje životne sredine,
- kreiranje pejzaža
- upravljanje neobnovljivim prirodnim resursima,
- borbe protiv erozije,
- održavanje kvaliteta zemljišta,

- rešavanje problema zagađenosti voda i smanjenja emisije štetnih gasova,
- povećanje nivoa energetske efikasnosti,
- održivo korišćenje raspoloživih prirodnih resursa,
- otvaranje novih radnih mesta i
- razvoj i primenu “zelenih tehnologija”.

#### V PROBLEMI U KORIŠĆENJU BIOMASE

Problemi u korišćenju biomase su:

- biomasa je kabasta, voluminozna, vlažna, neujednačene strukture i sastava, niže toplotne moći, pepeo se topi na povišenim temperaturama, teško se usitnjava, skupa je za transport na veće destinacije,
- još uvek ne postoji razvijeno tržište biomase, (niko ga ne zastupa),
- biomasa se vrlo teško presuje (sabija), elastična je ako se dobro ne usitni,
- problem transporta usled velikih zapremina pa se zato presuju u manje zapremine,
- problem skladištenja biomase ogleda se u potrebnim prostorima za uskladištenje (suvi tereni, nadstrešnice, šupe i sl.),
- problem usitnjavanja biomase zahteva dosta energije što poskupljuje biomasnu sirovinu za energetske korišćenje,
- problem sagorevanja biomase ogleda se u potrebama specijalnih ložišta za pojedine biomasne energente,
- problem pakovanja biomase usled velikih zapremina zahteva prostor i specijalnu opremu,
- problem nabavke vezivnih sredstava poskupljuje proizvodnju sirovina za upotrebu,
- problem uspostavljanja kvaliteta biomase i proizvoda od biomase itd.

Za navedene probleme korišćenja biomase u energetske svrhe predlozi nekih rešenja su:

- potrebno je definisati kvalitet biomase prema evropskim standardima i standardima zemalja u koje, privredni subjekti iz Srbije, plasiraju proizvode od biomase. U Srbiji nema domaćeg standarda (raditi na donošenju domaćeg standarda kvaliteta),
- formirati fond za korišćenje biomase,
- banke da daju kredite sa nižim kamatnim stopama za projekte korišćenja biomase,
- podići kvalitet izrade domaće opreme za korišćenje biomase,
- akreditovati laboratorije za ispitivanje kvaliteta biomase i proizvoda od biomase,
- usmeriti investicije u pogone za preradu biomase u cilju proizvodnje energije, zaposlenja mladih i zaštite životne sredine.
- obrazovati kadrove na svim nivoima u cilju efikasnog korišćenja biomase,
- formirati javna skladišta biomase po mestima i gradovima, izgraditi nadstrešnice, šupe, ocedne terene, skladištiti u kamare,
- koristiti biomasu na mestu sakupljanja jer su tada najmanji troškovi.

#### VI ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sve veći rast svetske populacije, industrijalizacija i progresivno-tehnološki napredak i veći obim transporta, uzrokovao je da su u današnje vreme potrebe za energijom sve veće. Svetsko energetske tržište ne može više da se zasniva na fosilno izvedenim gorivima čije su rezerve ograničene. Deficit rezervi konvencionalne fosilne energije stvorio je veliki interes za korišćenjem alternativnih izvora energije, od kojih je jedan biomasa. U poređenju sa korišćenjem drugih obnovljivih izvora energije, upotreba biomase se povećava iz dana u dan.

S obzirom na činjenicu da su klimatske promene blisko povezane sa obrascima korišćenja energije i da se na njih može uticati smanjenom upotrebom fosilnih goriva koja se svakodnevno koriste, uz prelazak na obnovljive izvore, posebno na energiju biomase kao izvor koji je potpuno CO<sub>2</sub> neutralan, široka je primena mogućih rešenja za njenu konverziju i upotrebu na teritoriji Republike Srbije.

Energiju je moguće proizvoditi primenom različitih tehničko-tehnoloških rešenja, pri čemu postoje značajne razlike ulaganja i troškova proizvodnje u zavisnosti od vrste i snage postrojenja. Uvek je neophodno uraditi opsežne analize koje bi dovele do izbora optimalne tehnologije kako sa ekonomskog tako i sa aspekta zaštite okoline, bezbednosti i zdravlja.

U radu su dati strateški ciljevi za korišćenje biomase kao energenta, tehnologije, zahtevi i problemi za njihovo racionalno korišćenje.

#### ZAHVALNICA

This paper is supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, and these results are part of the Grant No. 451-03-68/2020-14/200132 with University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences Čačak.

#### LITERATURA

- [1] Ćurčić S., Dragičević S., Đurić M., Milunović S.: *Mogućnosti korišćenja biomasa i otpadnog drveta od komunalnih sistema za dobijanje različitih oblika energije*, Tehnički fakultet Čačak, 2010.
- [2] Tica, N., Zekić, V., Milić, D., Žuža D. Ekonomska efikasnost proizvodnje električne energije u biogasnim postrojenjima. *Agroekonomika*. Vol. 68, 2015.
- [3] Studija *Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase, tehnologije za njihovu pripremu i energetske iskorišćenje u Srbiji*, Ministarstva nauke, tehnologije i razvoja (NP EE611-113A), 2002.
- [4] Stanković B., Vignjević-Đorđević N. Javno-privatno partnerstvo i koncesije kao posebni oblici stranih ulaganja u Srbiji. *Economy and market communication review*. Vol. 3, Issue 2, pp 285-298, 2013.
- [5] Singh, J. Overview of electric power potential of surplus agricultural biomass from economic, social, environmental and technical perspective –A case study of Punjab, *Renewable and sustainable energy reviews*. Vol. 42, pp. 286-297, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.015>
- [6] Syncraft, [www.syncraft.at/holzwerkwerke/cw1800-500](http://www.syncraft.at/holzwerkwerke/cw1800-500) [pristupljeno 06.02.2021].
- [7] Roberts, J.J., Cassula, A.M., Prado, P.O., Dias, R.A., Balestieri, J.A.P. Assessment of dry residual biomass potential for use as alternative energy source in the party of General Pueyrredón, Argentina, *Renewable and sustainable energy reviews*. Vol. 41, pp. 568-583, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.066>
- [8] Pejanović, R., Jelić, V., Zekić, V., Brkić, M. Ekonomski pokazatelji sagorevanja peletirane biomase. *Savremena poljoprivredna tehnika*. 2010, Vol. 36, Issue 4, 2010.
- [9] Ćurčić, S., Vučićević S. Raspoloživi energetske potencijali od drvne i biljne biomase sa omeđenog dela planine Rudnik, *Energija, ekologija, ekonomija*, Vol. XVI, br. 3-4., str. 35-42, 2014.

- [10]Hendricks, A.M., Wagner, J.E., Volk, T.A., Newman D.H. Regional economic impacts of biomass district heating in rural New York, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 88., pp. 1-9, 2016.  
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.008>

AUTORI

**dr Srećko Ćurčić** - redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, [srecko.curcic@ftn.kg.ac.rs](mailto:srecko.curcic@ftn.kg.ac.rs)

**dr Milan Vesković** - docent, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, [milan.veskovic@ftn.kg.ac.rs](mailto:milan.veskovic@ftn.kg.ac.rs)

**dr Momčilo Vujičić** - vanredni prof., Fakultet tehničkih nauka u Čačku, [momcilo.vujicic@ftn.kg.ac.rs](mailto:momcilo.vujicic@ftn.kg.ac.rs)