

ECOLOGICA

UDC:502.7

ISSN 0354 - 3285

No - 71 • Beograd, 2013. • Godina XX

Samo u pretplati



Izdavač:

**Naučno-stručno društvo za zaštitu
životne sredine Srbije "ECOLOGICA"**

ECOLOGICA

Osnivač i izdavač

NAUČNO - STRUČNO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE SRBIJE - ECOLOGICA

Publisher

SCIENTIFIC PROFESSIONAL SOCIETY FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION OF SERBIA - ECOLOGICA

Za izdavača: Prof. dr Larisa Jovanović, predsednik Društva ECOLOGICA

Glavni urednik – Editor in chief: Prof. dr Larisa Jovanović

Odgovorni urednici – Associate editors

- Prof. dr Vidojko Jović, redovni član SANU, Beograd,
Rudarsko geološki fakultet, Beograd
Prof. dr Duško Bajin, Saobraćajni fakultet, Univerzitet
u Beogradu
Prof. dr Dragan Veselinović, Fakultet za fizičku hemiju
Univerziteta u Beogradu
Prof. dr Vladan Joldžić, Institut za kriminološka i
sociološka istraživanja, Beograd
Prof. dr Slavko Mentus, dopisni član SANU, Fakultet
za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu

Međunarodni uređivački odbor

International Editorial board

- Prof. dr Vadim Ermakov, GEOHI RAN, Moskva, RF
Prof. dr Sergej Ostroumov, MGU "Lomonosov", RF
Prof. dr Vyacheslav Zaitsev, Astrakhan State Technical
University, RF
Prof. dr Vladimir Alekseenko, Novorossiysk, Russia
Prof. dr Jaume Bech Borrás, Barcelona, Spain
Prof. dr Bekmamat Djenbajev, Institute of Biology and
Pedology, Bishkek, Kirgizstan
Prof. dr Mihail Panin, Astana, Kazakhstan
Prof. dr Fokion K. Vosniakos, B.EN.A, Greece
Prof. dr Anna Nedyalkova, Free University, Varna,
Bulgaria
Prof. dr habil Galya Gercheva, Free University, Varna,
Bulgaria
Prof. dr Hristo Beloev, University of Rousse, Bulgaria
Prof. dr Petar Hristov, Free University, Varna, Bulgaria
Prof. dr Atanas Atanasov, University of Rousse, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Velizara Pencheva, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Margarita Filipova, University of
Rousse, Bulgaria
Prof. dr Vladimir Tomov, Free University, Varna, Bulgaria
Dr Franz Brandstätter, Naturhistorisches Museum, Wien,
Austria
Dr Agni Vlavianos-Arvanitis, Biopolitics International
Organisation, Athens, Greece
Dr Svetlana Jovanović, Mayo Center, Florida, USA
Prof. dr Valentin Vladut, Bucharest, Romania
Prof. dr Sorin Bungescu, Timisoara, Romania

Uređivački odbor – Editorial board

- Prof. dr Gordana Ajduković, ECPD, Beograd
Prof. dr Života Radosavljević, FORKUP, Beograd
Prof. dr Boško Jovanović, Matematički fakultet, BU
Prof. dr Dragan Jovašević, Pravni fakultet, Niš
Prof. dr Gordana Đorđević, ALFA Univerzitet, Beograd
Prof. dr Dušica Karić, ALFA Univerzitet, Beograd
Prof. dr Trajko Petrović, ALFA Univerzitet, Beograd
Prof. dr Džozefina Beke Trivunac, ALFA Univerzitet
Doc. dr Đorđe Jovanović, FAM, Sremski Karlovci
Prof. dr Aleksandar Prnjat, ALFA Univerzitet, Beograd
Prof. dr Olja Munitlak Ivanović, EDUKONS, S. Kamenica
Dr Vesela Radović, EDUKONS, S. Kamenica
Prof. dr Ljubinko Jovanović, EDUKONS, S. Kamenica
Prof. dr Mirjana Golušin, EDUKONS, S. Kamenica
Dr Dragoljub Martinović, VIŠER, Beograd
Dr Antonije Onjia, Institut Vinča, Beograd
Dr Ivan Pavlović, Naučni institut za veterinarstvo, Beograd
Dr Dušan Stojadinović, Inst. "Jaroslav Černi", Beograd

Izdavački savet – Publisher board

- Milutin Ignjatović, dipl. inž., gen. direktor, Saobraćajni
institut CIP, Beograd
Prof. dr Dejan Erić, direktor Instituta ekonomskih nauka,
Beograd
Prof. dr Radoje Zečević, ALFA Univerzitet, Beograd
Prof. dr Srđan Redžepagić, pomoćnik direktora Instituta
ekonomskih nauka, Beograd
Prof. dr Aleksandar Andrejević, rektor, Univerzitet
EDUKONS, Sremska Kamenica
Petar Rajačić, predsednik Akademije inovacionih nauka
Marko Babović, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd
Aleksandra Čanak Medić, JP Elektroprivreda Srbije
Dr Dragan Škobalj, direktor marketinga, "Vujić", Valjevo

Tehnički urednik: Slavka Vukašinić

Slika na korice: Vrt orhideja, Singapur

Prevodilac: Dr Zoran Čajka

Štampanje časopisa pomažu

MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA REPUBLIKE SRBIJE
INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE



Adresa: ECOLOGICA, Beograd, Kneza Miloša 7a, tel/fax (011)32 44 248; e-mail: ecologica@open.telekom.rs,
www.ecologica.org.rs; Tekući račun: 255-0020030101000-89 – Privredna banka, Beograd, PIB 101600071

Štampa: Akademska izdanja, d.o.o. Zemun

SADRŽAJ – CONTENT

M. Gabrashanska, M. Anisimova, V. Naney, V. Ermakov, S. Tyutikov	Assessment of trace elements in soil, water, foder and organs of wild animals in Bulgaria	361
Siniša Domazet, Srđan Redžepagić	Državna pomoć za investicije u proizvodnju električne energije, kao odgovor na liberalizaciju elektroenergetskog tržišta EU	365
Margarita Filipova, Ivanka Zheleva, Petar Roussev	Characteristics of PM air pollution along Bulgaria – Romania Danube region.....	370
Đorđe Jovanović, Momčilo Bajac, Dragan Radović, Milan Matavulj, Dušan Antonović	Odnos prema životnoj sredini u kontekstu strateškog razvoja sistema vrednosti u Srbiji	375
Božidar Mihajlović, Maja Cogoljević, Slađana Vujičić	Male i srednje kompanije mogu biti nosioci razvoja samo u sadejstvu sa većim privrednim sistemima	381
Bojan Krstić, Siniša Domazet, Maja Stojanović	Izveštavanje o ekološkim aspektima poslovanja preduzeća kao deo izveštavanja o održivom razvoju	387
Zoran Čajka, Larisa Jovanović	Aspekti održivog marketinga malih i srednjih preduzeća u Srbiji.....	393
Slađana Đorđević, Daniela Cvetković, Ivica Radanović, Jela Ikanović, Slobodanka Pavlović	Perspektive razvoja i širenja bioenergetskih useva	400
Ivana Ilić- Krstić, Aleksandra Ilić Petković	Socijalno – pravni aspekti klimatskih promena	405
Aleksandra Ljuština, Nevenka Knežević-Lukić	Vanredne situacije izazvane prirodnim katastrofama.....	411
Predrag Aleksić, Gordana Jančić, Vladimir Vasić	Utica j klimatskih promena na gajenje šuma.....	416
Dragan Stevic, Mihailo Ratknić	High resolution satellite images in data collection on forest ecosystems.....	421
Goran Tepić, Igor Tepić, Tatjana Pejakov, Radmila Kulundžić, Siniša Sremac	Podizanje ekološke svesti savremenog graditeljstva primenom urbanih šuma	427
Jelena Ivanović Šekularac, Nenad Šekularac, Jasna Čikić Tovarović	Utica j tradicionalnih materijala na savremena arhitektonska dela Srbije	432
Milijana Đorđević	Buka u Beogradu i njen utica j na ljudsko zdravlje.....	437

Perspektive razvoja i širenja bioenergetskih useva

Sladana Đorđević¹, Daniela Cvetković¹, Ivica Radanović¹, Jela Ikanović², Slobodanka Pavlović³

Originalni naučni rad
UDC:633.85

UVOD

Opšti pojam biomase veoma je širok i podrazumeva organsku materiju bilnog i životinjskog porekla koja je obnovljiva. U poređenju sa drugim obnovljivim izvorima energije (sunčeva energija i energija vetra), biomasa je energija koju je moguće skladištiti i jedini je oblik energije koji se može proizvoditi. Evropskom Direktivom 2001/77/EC biomasa je iskazana u obliku biorazgradivog dela proizvoda, otpada i ostataka u poljoprivredi (uključujući biljne i životinjske supstance), u šumarstvu i pripadajućoj industriji, kao i biorazgradivi deo industrijskog i gradskog otpada. Glavni podsticaj razvoju bioenergetskih useva ostvaren je usvajanjem Kjoto protokola 1997. god. o klimatskim promenama i smanjenju emisije gasova i efekata staklene bašte.

Trenutno stanje sektora obnovljivih izvora energije u Srbiji označava se kao kategorija neiskorišćenosti, iako Srbija ima dobre potencijale za razvoj na ovom planu. Jedan od ključnih momenata u razvoju obnovljivih izvora energije bilo je donošenje Akcionog plana za biomasu (2010.) od strane Vlade Srbije, kojim su definisane aktivnosti koje će doprineti korišćenju biomase kao obnovljivih izvora energije, imajući u vidu potencijale i trenutno nacionalno zakonodavstvo i EU direktive.

Zbog činjenice da poljoprivredna proizvodnja posustaje u Srbiji i da je veliki udeo neobrađenih poljoprivrednih površina kao i da je značajan udeo degradiranog zemljišta, biomasa je postala značajan faktor za doprinos orijentaciji uzgajanja agro(bio)-energetskih useva. Iako je ubrzan razvoj i širenje ovih useva pod oštrom kritikom i sumnjama u njihovu validnost i ekonomsku opravdanost [19], poslednje dve decenije obeležene su zasnivanjem velikog broja plantaža u zemljama zapadne Evrope, a poslednjih šest godina i Istočne Evrope i Balkana.

Adrese autora: ¹Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum, Danijelova 32, Beograd, ²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, ³Nezavisni Univerzitet Banja Luka, R. Srpska

Rad primljen: 29. 04. 2012.

Cilj ovog rada je ukazivanje na mogućnosti jačanja kapaciteta održivosti ruralnih područja kroz povećanje konkurentne poljoprivredne proizvodnje i njenim uključivanjem u energetski sektor. Takođe, cilj rada je ukazivanje na doprinos udela biomase u ukupnoj energetskoj proizvodnji i potrošnji i efektu smanjivanja negativnih uticaja na životnu sredinu.

1. MATERIJALI I METODE

Za potrebe rada korišćena su:

- istraživanja na zasnovanoj plantaži od 5 ha na degradiranom poljoprivrednom zemljištu u selu Nočaj (Sremska Mitrovica) i eksperimentalne proizvodnje *Miscanthus x giganteus* na oglednoj parceli od 0,5 ha u Vršcu u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja broj TR 31078. Korišćena je komparativna analiza sa iskustvima u zemljama zapadne Evrope, a prema dostupnim literaturnim podacima;
- istraživanja za potrebe izrade dokumenta Studija o korišćenju biomase Jablaničkog i Pčinjskog okruga,
- istraživanja socioekonomskog stanja u područjima rurala u Srbiji.

U radu je napravljena opšta analiza za plantaže vrbe sa kratkom ophodnjom i plantaže miskantusa. Odabrani su iz razloga što su do sada dali dobre multifunkcionalne rezultate na evropskom kontinentu.

2. REZULTATI I DISKUSIJA

Stanje sektora obnovljivih izvora energije u Srbiji

Energetski sektor u Srbiji, pogođen zaostatkom u održavanju i investicijama i ratnim dejstvima tokom čitave poslednje decenije 20. veka, karakteriše intenzivnost i neefikasnost. Proizvodnja električne i toplotne energije odvija se u još uvek visokom procentu u postrojenjima koje karakteriše relativno visok nivo emisije gasova sa efektom staklene bašte.

Do sada ostvaren udeo energije iz obnovljivih izvora u Srbiji je oko 6%; ovaj procenat uključuje i velike hidroelektrane. Strategijom razvoja energe-

tike Republike Srbije do 2015 projektovano je podizanje nivoa udela obnovljivih izvora energije sa nulte pozicije na 1,1%, za period 2006-2015, ne računajući hidrocentrale [14].

Od energenata u potrošnji finalne energije dominiraju naftni derivati sa 30% i električna energija sa 27%, zatim slede ugljen sa 11%, prirodni gas i toplotna energija sa po 10%, dok obnovljivi izvori energije (ogrevno drvo) učestvuju sa 12%.

U energetskom smislu najviše se eksploatišu drvna biomasa. Vrlo važan izvor biomase u Srbiji (naročito u AP Vojvodini) predstavlja biljna biomasa u poljoprivredi. 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 12,5 miliona tona biomase, od toga u Vojvodini 9 miliona tona (72%) [8].

Prema istraživanjima za drvenu biomasa po metodologiji FAO potencijal procenjene ukupne biomase u Republici Srbiji iznosi 3.389.223 toe [8].

Agro(bio)energetski usevi

Po savremenoj agronomskoj klasifikaciji energetski usevi predstavljaju novu skupinu ratarskih biljaka, koje bi bile odgovor na potrebu smanjenja količine štetnih gasova u atmosferi i ublažavanje posledica efekta staklenika. Produktivni organi ovih biljaka, najčešće nadzemna biomasa sagorevanjem ispuštaju u atmosferu manje štetnih gasova nego fosilna goriva [10].

Kao energetski usevi najčešće se koriste samonikli ili gajeni višegodišnji predstavnici porodice trava koji tokom jedne godine i višegodišnjeg životnog ciklusa obrazuju veliku nadzemnu biomasa. Proizvedena biomasa koristi se u energetske svrhe na nekoliko načina, na primer kao čvrsto gorivo, cela ili u obliku briketa. Budući da je biomasa bogata bezazotnim ekstraktivnim materijama (BEM), ona služi za proizvodnju bioetanola. Iako ove biljne vrste rastu kao samonikle, većina njih je posle odabira i određenih oplemenjivačkih postupaka, prilagođena za komercijalnu proizvodnju. U visokorazvijenim zemljama sveta ove vrste zauzimaju sve veće površine, isključivo na zemljištima koja nisu podesna za intenzivnu njivsku proizvodnju.

Najveću produkciju biomase podesne za dalje korišćenje kao energenta, prema dosadašnjim istraživanjima, daju oplemenjene višegodišnje vrste *Miscanthus* i španska trska, koje se razmnožavaju vegetativnim putem, zatim prerijsko proso i neke forme sira šećerca. Ove biljke se razmnožavaju semenom.

Energetski usevi se specifično uzgajaju radi dobijanja biomase žetvom u cilju iskorišćenja energije sagorevanjem u termoelektrani ili grejnim sistemi-

ma. Predstavljaju novu vrstu useva koji su razvijeni kao odgovor na potrebu smanjenja atmosferskog CO₂ [20]. U principu biljke označene kao agroenergetski usevi zahtevaju minimalnu energiju za svoju proizvodnju i korišćenje [12]; sistemi gajenja useva za biomasu moraju imati niske inpute energije u odnosu na izlaze.

Perspektive razvoja plantaža energetskih useva u Srbiji prikazane su kroz SRWC (Short-rotation Woody Crops) - intenzivni zasadi brzorastuće vrste vrbe i visokoproduktivne višegodišnje trave *Miscanthus x giganteus*.

Energetska vrba - *Salix Viminalis*

Salix Viminalis, poreklom iz Švedske, nije nastala genetskom modifikacijom; tokom poslednje tri decenije razvijeno je oko 10 varijeteta. Biljku karakteriše žbunast rast, životni vek od 25-30 godina i godišnji prinos od 30-40 t biomase [18]. Jedna od značajnih karakteristika je i sposobnost prečišćavanja otpadnih voda, odnosno navodnjavanje zasada sa potpuno neprečišćenim komunalnim i fekalnim vodama [2].

Osnovne odlike ove vrste su [16]: velika transpiracija vode, brzi rast, visoka kalorijska vrednost, izuzetna prilagodljivost različitim pedoklimatskim uslovima, usled brojnih varijeteta, konstantan prinos žetve tokom 25-30 godina, pogodna za zemljišta sa viškom vode, kao i zagađena i degradirana tla.

Slonova trava - *Miscanthus x giganteus*

Prema istraživanjima u Zapadnoj Evropi za proizvodnju bioenergije najbolje rezultate dala je vrsta kineska šaš (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu), biljka koja se odlikuje visokom fotosintetskom aktivnošću. Potiče iz Azije, a 30-godina XX veka u Evropu je donešena iz Japana. Sterilni hibrid, hortikulturalnog genotipa *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., izdvojio je Danac Aksel Olsen (Aksel Olsen) 1935. godine, uočivši njegov izuzetno snažan rast [9].

Glavne karakteristike:

- potencijal visokog prinosa po hektaru (ogledi izvedeni u Severnoj Evropi od 1983 godine pokazali su kapacitet za visoke prinose, od preko 20 t suve mase ha⁻¹ godišnje) [21],
- neto energetski prinos se kreće od 152-326 MJ/ha godišnje [19],
- zahtevaju samo jednu kultivacionu aktivnost - pripremu za sadnju,
- tokom trajanja (10-20 godina) inputi azota su minimalni,
- može se gajiti na degradiranim zemljištima i zemljištima ispod dalekovoda,
- nakon 2-3 godine rasadnja iz rizoma.

Poljoprivredno i degradirano zemljište u Republici Srbiji

U poslednjoj deceniji beleži se značajan rast zasnivanja plantaža ovog agro(bio)energetskog useva: oko 8.000 ha u Poljskoj, oko 6.000 ha u Austriji, 40.000 ha u Nemačkoj, 20.000 ha u Francuskoj, u Rumuniji od 2007 godine zasnovano preko 10 plantaža. U Velikoj Britaniji prema dostupnim izveštajima 12.700 hektara je plantažirano ovom biljkom [21].

U Republici Srbiji zasnovane su plantaže na: degradiranom poljoprivrednom zemljištu (5 ha) u Noćaju (Sremska Mitrovica) i 2 ha u Paraćinu, nedegradiranom poljoprivrednom zemljištu u Vršcu (0,5 ha) i pepelištima i deponijama 3,2 ha (Kostolac i Čačak).

Prema prvim rezultatima poljoprivrednog popisa ukupno korišćeno poljoprivredno zemljište iznosi 3.355.859 ha (u Vojvodini 1.598.065 ha) od čega je porodičnih gazdinstava 2.816.424 ha (u Vojvodini 1.174.142 ha). Najveći udeo je usitnjenih poljoprivrednih gazdinstava (47% do 2 ha), posedi 2-5 ha od učestvuju sa 29%, a preko 5 ha 34%.

Što se tiče podataka o kvalitetu zemljišta u Srbiji (bez AP Vojvodine) degradiranim se može smatrati zemljište prve kategorije i ono obuhvata oko 29% teritorije, uglavnom poljoprivrednog zemljišta [4]. U Vojvodini poslednjih decenija uočen je negativni trend sadržaja humusa u zemljištu, a najkritičniji rejon su rejon Srema i Južne Bačke.

Mogućnosti razvoja plantaža energetskih useva

Na teritoriji Vojvodine se vrši intenzivna ratarska proizvodnja sa dominantnim setvenim površinama pod kukuruzom i pšenicom (oko 1,5 miliona ha). U Centralnoj Srbiji, kukuruz je takođe, zastupljena setvena jedinica, međutim, za razliku od teritorije AP Vojvodine, u Centralnoj Srbiji veliki udeo imaju zapuštene poljoprivredne površine koje predstavljaju potencijalno zanimljive površine za zasad energetskih biljaka [8].

Najpovoljniji regioni za razvoj SRC vrsta (Short Rotation Coppice) *Salix viminalis* i plantažiranje miskantusa su celokupna Panonska regija, Mačvanski region, Pomoravlje i Podunavski region. Panonska regija poseduje izuzetno dobre pedoklimatske uslove za uzgoj energetske vrbe. Jedina tla koja ne pogoduju ovoj kulturi su slana ili zaslana tla.

Posebno važne osobine biljaka koje se razmatraju u ovom radu su da uspevaju na lošijim kategorijama zemljišta, vrbe na plavnom i močvarnom tlu, miskantus na pepelištima i očišćenim deponijama, tako da se parcele koje su degradirane ili nikada nisu korišćene, mogu efikasno staviti u profitnu funkciju. Pokazano je da miskantus može

uspešno da raste na kontaminiranom zemljištu, bez obzira što visoke koncentracije teških metala mogu redukovati produktivnost useva. Karakteristično je da se većina teških metala akumulira u korenu i rizomima, a ređe u nadzemnim organima biljke [3].

Troškovi su u funkciji lokalnih i pojedinačnih uslova poslovanja, međutim tehnologija proizvodnje i stavke koje proizvode troškove su poznate i egzaktno. Zasnivanje 1 ha kulture energetske vrbe je između 2400 i 3200 €, u zavisnosti od kategorije poljoprivrednog zemljišta, tipa i stanja tla, posedovanja potrebne mehanizacije, vlasničkog statusa poljoprivrednog zemljišta, i dr. Ovo se odnosi samo na prvu godinu dok narednih godina troškovi se smanjuju na oko 200 €. Optimalni komercijalni zasad iznosi minimum 4-5 ha.

Prema literaturnim podacima prinosi za energetsku vrbu *Salix viminalis* koji se izvesno mogu ostvariti kreću se od 10-12 t/ha [13]. Žanje se svakih 2-5 godina, a ušteda se ogleda u troškovima ponovne sadnje; prinos se povećava nakon prve žetve. Posle 25-30 godina smanjuje se količina prinosa i preporučuje se novo sađenje. Otkup biomase iznosi prosečno od 23-25 €/t.

Zasnivanje 1 ha kulture miskantusa iznosi oko 2.500 € u prvoj godini. Kultura traje do 20 godina, od čega 18 godina iskorišćenja – glavna faza korišćenja je 15 godina vegetativnog perioda.

Što se tiče prinosa po hektaru za miskantus, prema literaturnim podacima maksimalni prinos u jesen iznosi od 10-30 t/ha godišnje [17]. Na zasnovanoj plantaži u Noćaju na degradiranom poljoprivrednom zemljištu (5 ha) prinos biomase u četvrtoj godini iznosi 16,83 t/ha. Ušteda se ogleda u troškovima ponovne sadnje. Otkupna cena biomase izražena je kroz proizveden kg peleta i iznosi 120 €/kg

Osim navedenih parametara koji se odnose na zasade i otkup biomase, ne treba zanemariti i proizvodnju sadnica (vrba) i rizoma (miskantus). Izvedena računica na primeru miskantusa pokazuje da jedan posađeni rizom srednje klase, nakon treće godine razvija u proseku do 50 novih rizoma (na degradiranom zemljištu sa manje dostupnom vlagom 30-40, na nedegradiranom zemljištu sa dovoljno dostupne vlage 60-70 kvalitetnih rizoma). Cene rizoma se kreću od 0,15-0,17 €.

Emisije CO₂ i efekat na klimatske promene

Ukupne emisije gasova sa efektom staklene bašte merene po jedinici bruto domaćeg proizvoda (intenzitet emitovanja gasova sa efektom staklene bašte srpske privrede) su veoma visoke. Jedan od načina obaveza prema Kjoto protokolu je korišćenje biomase kao energenta.

Najnovija istraživanja ekonomskih i ekoloških karakteristika produkcije energetskih useva u Evro-

pi ukazuju da je korišćenje ovih useva za dobijanje električne energije još uvek značajno skuplje u odnosu na ugalj, ali da su prednosti u zaštiti životne sredine neuporedivo na strani energetskih useva [3]. Miskantus emituje 0,131 kg CO₂ ekvivalenta kWh⁻¹, a vrba iz zasada sa kratkom ophodnjom 0,132 kg ekvivalenta kWh⁻¹. Poređenja radi u gorišnom procesu uglja za proizvodnju energije emituje se 0,990 kg CO₂ ekvivalenta kWh⁻¹ [15].

ZAKLJUČAK

Imajući u vidu tendencije energetskog sektora u svetu i tendencije Republike Srbije da podigne udeo obnovljivih izvora energije, naročito udeo biomase kao energenta, razvojem plantažiranja agro(bio)energetskih useva, dao bi se značajan doprinos ostvarivanju postavljenih ciljeva.

Na značajnom broju napuštenih i degradiranih poljoprivrednih površina koje su usitnjene i u posedu domaćinstava moguće je uspostaviti energetske zasade, koji će doprineti boljem socioekonomskom statusu lokalnih poljoprivrednika.

Jedna od značajnih funkcija uzgajanja kultura ovog tipa, osim proizvodnje biomase kao obnovljivog i ekološki prihvatljivog energenta, jeste da su ove kulture alternativne "poljoprivredne" kulture, odnosno omogućavaju stavljanje u funkciju raspoloživog zemljišta na kome se ne može uzgajati hrana. Isto tako, otvaraju se mogućnosti ekološkog prečišćavanja otpadnih voda i remedijacije zemljišta, a značajan doprinos je u vezivanju povećane količine atmosferskog CO₂ i smanjenju emisija gasova staklene bašte.

Barijere za proizvodnju biomase i korišćenje kao energenta su nedovoljna ulaganja u postrojenja, nedovoljno ulaganje države u razvoj obnovljivih izvora energije i nedostatak podsticajnih mera, cena električne energije, do nedovoljnog informisanja lokalnog stanovništva i saradnje lokalnih samouprava sa javnim institucijama.

LITERATURA

- [1] Akcioni plan za biomasu 2010-2012, Vlada Republike Srbije
- [2] Aronsson P., Perttu K. (2001): Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production, *The Forestry Chronicle*, 2001, 77(2): 293-299, 10.5558/tfc77293-2
- [3] Babović N., Dražić G., Đorđević A. (2012): Mogućnosti korišćenja biomase poreklom od *Miscanthus x giganteus*, *Hem. ind.* 66 (2) 223-233 (2012)
- [4] Dražić G., (2010): Degradirani zemljišni resursi Republike Srbije, Degradirani prostori Republike Srbije, sintezni elaborat, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd 2010, str.35-48
- [5] E. Krasuska, H. Rosenqvist, Economics of energy crops in Poland today and in the future, *Biomass Bioenergy*, in press, doi:10.1016/j.biombioe. 2011. 09. 011
- [6] Energija i klima u Srbiji, Izazovi i mogućnosti, Održivi razvoj u energetskom sektoru EUROPEAID/129767/C/SER/RS), Informativna brošura, 2011
- [7] Efikasni načini smanjenja emisija gasova staklene bašte u periodu nakon Kjoto protokola u Srbiji. Izveštaj za Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja (MEMSP). Garrigues. (avgust 2011.)
- [8] Jovanović B., Parović M. (2009): Stanje i razvoj biomase u Srbiji, Jefferson Institute, na <http://www.jeffersoninst.org/sites/default/files/Stanje%20i%20razvoj%20biomase%20u%20Srbiji.pdf>
- [9] Laursen L. (1993): Cytogenetic analysis of *Miscanthus 'Giganteus'*, an interspecific hybrid. *Hereditas* 119: 297-300.
- [10] Lewandowski I. (2000): Produktion von Energiegräsern und -getreiden: Möglichkeiten und Grenzen der Produktion von biogenen Festbrennstoffen am Beispiel von *Miscanthus*, *Rohrglanzgras* und Wintergetreide. Habilitation Institut fuer Pflanzenbau und Gruenland, Universität Hohenheim, 162 pp.
- [11] Marković D. (2010): Procesna i energetska efikasnost, Fakultet za informatiku i menadžment, Univerzitet Singidunum, Beograd
- [12] Nonhebel S. (2002): Energy yields in intensive and extensive biomass production systems. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 22, No. 3: 159-167.
- [13] Strauss C.H., Grado S.C. (1997): Economics of producing *Populus* biomass for energy and fiber systems, "Klopfenstein" (Eds. N.B. Chun, Z.W. Kim, M.S. Ahuja), M.R. Micropropagation, genetic engineering, and molecular biology of *Populus*, Gen. Tech. Rep. RMGTR 297, Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station (241247)
- [14] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. god. (maj, 2005) i Program ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015 godine (Ministarstvo rudarstva i energetike, 2010).
- [15] Styles D., Jones M.B. (2007): Energy crops in Ireland: Quantifying the potential life-cycle greenhouse gas reductions of energy-crop electricity. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 31, No. 11-12: 759-772.
- [16] Tucă D., Hollerbach W. (2012): Analyze of opportunities for Willow's Culture as Biomass Ressources in Banat Region, Politehnica University of Timisoara, S.C. REBINA GROUP S.R.L. Timisoara, dostupno na <http://www.rebina.rs/downloads/TucaSalixPaper.pdf>

- [17] Clifton-Brown J.C., Neilson B., Lewandowski I., Jones M.B. (2000): The modelled productivity of *Miscanthus x giganteus* (GREEF et DEU) in Ireland, *Industrial Crops and Products*, Volume 12, Issue 2, August 2000, Pages 97–109
- [18] Fragner A. (2012): Energetska vrba: revolucija u proizvodnji zelene energije, *Poljoprivreda.info*, Internet magazin, <http://poljoprivreda.no-ip.info/tekst/energetska-vrba-revolucija-u-proizvodnji-zelene-energije>
- [19] Dželetović Ž. i sar. (2007): Perspektive upotrebe biljaka kao bioenergetskih useva, *Poljoprivredna tehnika*, Godina XXXII, (2007/3) str. 59-67
- [20] Dželetović Ž., Dražić G., Blagojević S., Mihajlović N. (2006): Specifični agrotehnički uslovi gajenja miskantusa, *Poljoprivredna tehnika*, Godina XXXI, Broj 4, decembar 2006.
- [21] Dželetović Ž., Glamočlija Đ. (2011): Privredni značaj gajenja miskantusa, *Poljoprivredna tehnika* (2011/2), 61-68

IZVOD

PERSPEKTIVE RAZVOJA I ŠIRENJA BIOENERGETSKIH USEVA

Biomasa je najveći obnovljivi izvor energije, a Srbija spada u vrh evropskih zemalja po količini raspoložive, a neiskorišćene biomase. Tehnologije za njeno korišćenje su raspoložive, ekološki prihvatljive i ne spadaju u red skupih „high-tech” rešenja.

Trenutno stanje sektora obnovljivih izvora energije u Srbiji označava se kao kategorija neiskorišćenosti, iako Srbija ima dobre potencijale za razvoj na ovom planu.

Jedan od ključnih momenata u razvoju obnovljivih izvora energije bilo je donošenje Akcionog plana za biomasu (2010.) od strane Vlade Srbije, a koji je za cilj imao definisanje aktivnosti koje će doprineti korišćenju biomase kao obnovljivih izvora energije, imajući u vidu potencijale i trenutno nacionalno zakonodavstvo i EU direktive.

Učešće udela korišćenja biomase kao obnovljivih resursa u energetske sektoru sa aspekta zaštite životne sredine, u uslovima adekvatnog korišćenja, doprinosi značajnom smanjenju neto emisije CO₂ u poređenju sa primenom fosilnih goriva u energetske svrhe.

U radu su obrađene mogućnosti razvoja i širenja bioenergetskih useva koji će sa svojim celokupnim životnim ciklusom doprineti smanjenju antropogenog uticaja na životnu sredinu.

Ključne reči: *energetski potencijal, perspektive razvoja energetske useva, smanjenje emisije CO₂*

ABSTRACT

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AND SPREADING OF BIOENERGY CROPS

Biomass is the biggest source of renewable energy, and Serbia is one of the leaders in Europe in amount of available, unused biomass. Technologies for its use are available, ecologically acceptable and they are not expensive high-tech solutions.

Current state of renewable energy sources sector in Serbia is marked as a category of unused, even though Serbia has good potentials for development in this field.

One of the key moments in development of renewable energy sources is adoption of the Action plan on biomass (2010) by Serbian Government, which has a goal to define activities that will contribute to biomass use as renewable energy sources, considering potentials and current national legislation and EU directives.

The share of biomass use as renewable resources in energy sector from the environmental protection aspect, in conditions of adequate use, contributes to significant decrease of net emission of CO₂ in comparison with fossil fuel application for energy purposes.

This paper deals with possibilities of development and bioenergy crops that will, with its complete life cycle, contribute to reduction of anthropogenic influence on the environment.

Key words: *energy potential, energy crops development perspective, decrease of CO₂ emission*