

Stanje i potencijal biomase kao obnovljivog izvora energije u zemljama Zapadnog Balkana

REZIME

*N*esigurnost u snabdevanju fosilnim gorivima, kao i potreba za smanjenjem emisije gasova staklene bašte, navela je zemlje Evropske Unije da se okrenu sve većoj primeni obnovljivih izvora energije, kao i da donesu određene pravilnike koje će regulisati odnose na ovom polju. Zemlje Zapadnog Balkana, koje se nalaze u procesu pridruživanja, a u cilju harmonizacije sa regulativom Evropske Unije, usvojile su određene strategije za razvoj energetike, u kojima se značajno ističe upotreba obnovljivih izvora energije.

Kako šumsko i poljoprivredno zemljište zauzimaju značajan deo teritorije svake od zemalja, u radu je prikazano stanje i potencijal biomase, kao jednog od najznačajnijih obnovljivih izvora energije, u zemljama Zapadnog Balkana. Na osnovu raspoloživih podataka, ustanovljeno je da drvni i poljoprivredni ostaci imaju značajni energetski potencijal u svim zemljama Zapadnog Balkana, međutim postoje mnogobrojni problemi koji sprečavaju njihovu veću upotrebu. Rešavanje nekih od ovih problema i u narednom periodu predstavljaće veliki izazov za sve zemlje.

Ključne reči: biomasa, ogревно drvo, poljoprivredni ostaci, obnovljivi izvori energije, Zapadni Balkan

ABSTRACT

*D*ue to uncertainty in the supply from fossil fuels and the need to reduce greenhouse gas emissions, EU have forced to turn more implementation of renewable energy sources and to make specific relations in this field. All Western Balkan countries are in the process of association to EU. In order to harmonize their regulative with EU regulative, Western Balkan countries have adopted certain strategies for energy development that accentuate the significant use of biomass and other forms of renewable energy sources.

Forest land and agricultural land occupy a significant part of the territory of each Western Balkan country. Therefore, the state and potential of biomass as one of the most important renewable energy sources in Western Balkans was presented in this paper. Comparative analysis of biomass as energy use and potential for all Western Balkans countries were performed based on systematized national statistical data. It was established that wood and agricultural residues have significant energy potential in those countries. Nevertheless, there are many problems that make obstacles for their greater use. Solving some of these problems in the future will represent a major challenge for all Western Balkans countries.

Key words: biomass, firewood, agricultural residues, renewable energy, Western Balkans countries

1. UVOD

Rezerve fosilnih goriva su ograničene i koncentrisane u relativno malom broju država, koje se uglavnom nalaze van evropskog kontinenta. Pored toga što su ograničena, fosilna goriva doprinose i podizanju nivoa globalnog zagrevanja, pa je tranzicija ka

održivim izvorima energije neophodna. Evropski energetski sektor se trenutno suočava sa brojnim izazovima, kao što su osiguravanje sigurnosti snabdevanja energijom, stabilizacija i smanjenje emisije gasova staklene bašte, i održavanje konkurentnosti privrede kroz zadržavanje cena energenata na pristupačnom

nivou [1]. Zbog toga, su se sve zemlje članice Evropske Unije (EU) obavezale na promene odnosa u energetske sektoru, koje se temelje na zajedničkim pravilima propisanim u direktivama EU [2]. Vlade svih zemalja Zapadnog Balkana (Albanija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Hrvatska, Makedonija, Srbija i Kosovo/UN Interim Administration Mission in Kosovo (UNMIK)), Vlade Rumunije i Vlade Bugarske, potpisali su u Atini 2005. *Ugovor o osnivanju Energetske zajednice* (ugovor između EU i zemalja jugoistočne Evrope), koji je stupio na snagu 1. jula 2006. godine. Ovim ugovorom se podrazumeva: formiranje stabilnog regulatornog i tržišnog okvira električne energije i gasa, sposobnog za privlačenje investicija i predstavlja preduslov ekonomskog i socijalnog napretka; stvaranje jedinstvenog regulatornog prostora za trgovinu električnom energijom i gasom; povećanje sigurnosti snabdevanja; unapređenje zaštite životne sredine i podsticaj korišćenja obnovljivih izvora energije (OIE); podsticanje konkurentnosti na tržištu električne energije i gasa. Ratifikacijom ovog ugovora, između ostalog, zemlje Zapadnog Balkana su prihvatile obavezu primene direktiva koje za cilj imaju povećanje korišćenja OIE, i to Direktive 2001/77/EK o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije u unutrašnjem tržištu energije i Direktive 2003/30/EK o promovisanju korišćenja biogoriva i drugih goriva iz obnovljivih izvora energije u sektoru saobraćaja, kao i Direktive 2009/28/EC o promovisanju upotrebe energije iz obnovljivih izvora kojom se menjaju i dopunjavaju i na osnovu koje pOIEtaju da važe Direktive 2001/77/EK i 2003/30/EK.

2. OIE in Western Balkan

Pod pojmom obnovljivi izvori energije, vezano za zemlje Zapadnog Balkana, podrazumevaju se: biomasa, hidropotencijali velikih i malih vodnih tokova (sa objektima do 10 MW), geotermalna energija,

energija vetra i neakumulisana sunčeva energija [3]. Prema sistematizovanim podacima Međunarodne agencije za energiju (International Energy Agency - IEA), godišnje korišćenje OIE u zemljama Zapadnog Balkana se kreće od 0,3 Mtoe u Makedoniji do 1,2 Mtoe u Srbiji, dok se procentualno učešće OIE u ukupnoj primarnoj energiji (Total Primary Energy - TPE) kreće od 8,1% u Srbiji i 10,9% u Hrvatskoj do 38,8% u Albaniji, *Tabela 1* [4].

Podaci prikazani u *tabeli 1*, pokazuju da zemlje Zapadnog Balkana imaju udeo OIE u TPE koji je, osim u Srbiji, iznad proseka zemalja OECD Evrope. U skladu sa ciljem direktive 2009/28/EC, da OIE učestvuje sa 20% u bruto finalnoj potrošnji do 2020 godine, može se zaključiti da je Albanija, zahvaljujući znatnom udelu energije iz hidroelektana, premašila ovaj udeo.

Biomasa predstavlja obnovljivi izvor energije koji se može koristiti kao zamena za fosilna goriva u proizvodnji toplotne i električne energije i uticati na smanjenje energetske zavisnosti. Pod biomasom se, u skladu sa direktivama EU, podrazumevaju biološki razgradive materije nastale u poljoprivredi, šumarstvu, stočarstvu i sa tim vezanoj industriji, kao i biološki razgradivi deo industrijskog i gradskog otpada [5]. U poljoprivredi, šumarstvu, industriji prerade drveta i komunalnoj delatnosti proizvode se značajne količine biomase, tj. organske materije, koje se mogu koristiti u energetske svrhe kao alternativno gorivo ili kao sirovina za proizvodnju goriva. Za razliku od fosilnih goriva, sagorevanjem biomase se ne povećava količina CO₂ u atmosferi, pa se samim tim ostvaruje pozitivan uticaj na životnu sredinu. Osnovna prednost biomase kao energetske izvora, ogleda se u njenim karakteristikama koje su slične uglju, za razliku od koga ne emituje SO₂ prilikom sagorevanja. Biomasa je oduvek bila izvor energije za čoveka, prvo kao hrana, a potom i kao toplota koju je dobijao sagorevanjem. Trenutno, biomasa na godišnjem nivou pokriva nešto više od 10% (oko 955 Mtoe - 40 EJ), potrošene primarne

Tabela 1. Udeo obnovljivih izvora energije u ukupnoj primarnoj energiji (podaci za 2009)

Zemlja*	OIE [Mtoe]	% OIE u TPE
Albanija	0,7	38,8
Bosna i Hercegovina	0,7	12,2
Hrvatska	0,9	10,9
Makedonija	0,3	11,3
Srbija	1,2	8,1
OECD Evropa	175,01	10,0
Non-OECD Evropa i Evroazija	39,5	3,8

* Podaci za Crnu Goru nisu dostupni u energetske statistikama Izvor: Ref. [4]

Tabela 2. Potencijal biomase po regionima u svetu [EJ]

	<i>Severna Amerika</i>	<i>Južna Amerika</i>	<i>Azija</i>	<i>Afrika</i>	<i>Evropa</i>	<i>Srednji Istok</i>	<i>Bivši SSSR</i>	<i>Svet</i>
<i>Drvo</i>	12,8	5,9	7,7	5,4	4,0	0,4	5,4	41,6
<i>Energetski usevi</i>	4,1	12,1	1,1	13,9	2,6	0,0	3,6	37,4
<i>Biljni ostaci</i>	2,2	1,7	9,9	0,9	1,6	0,2	0,7	17,2
<i>Ostalo</i>	0,8	1,8	2,9	1,2	0,7	0,1	0,3	7,6
<i>Ukupan potencijal</i>	19,9	21,5	21,4	21,4	8,9	0,7	10,0	103,8
<i>Iskorišćeno</i>	3,1	2,6	23,2	8,3	2,0	0,0	0,5	39,7
<i>Iskorišćeno [%]</i>	16	12	108	39	22	7	5	38

Izvor: Ref. [6]

energije u svetu [6,7]. U *tabeli 2*, prikazan je godišnji potencijal biomase po regionima u svetu.

U većini zemalja Zapadnog Balkana poljoprivredno i šumsko zemljište zauzimaju značajne površine, te stoga, biomasa predstavlja jedan od značajnih OIE i njen udeo u OIE za 2009. godinu, kreće se od 24,4% u Srbiji do 62,2 % u Makedoniji, *tabela 3*.

Potencijal za korišćenje biomase kao energenta je veći od prikazanog u *tabeli 3*, jer iskustva pokazuju da je potencijal biomase u zemljama Zapadnog Balkana mnogo veći. Međutim koliko je realno moguće koristiti biomasu u energetske svrhe, vrlo je teško proceniti. U daljem tekstu biće obrađeno stanje i potencijal korišćenja energije iz biomase, posebno drveta i ostataka od ratarske proizvodnje, u zemljama Zapadnog Balkana.

3. BIOMASA KAO ENERAGENT PO ZEMLJAMA

3.1. Albanija

Energija biomase, u vidu energije koja se može dobiti iz drveta, poljoprivrednih ostataka i

životinjskog otpada, može biti veoma važan izvor energije u budućnosti Albanije [8]. Ogravno drvo i poljoprivredna biomasa imaju veliki potencijal pod uslovom da se adekvatno upravlja šumama i da se poljoprivredni ostaci koriste lokalno. Ukupna poljoprivredna površina, uključujući i šume i pašnjake je oko 2,1 miliona hektara, obradivo zemljište zauzima 24% površine. Šume zauzimaju 36% teritorije zemlje, a pašnjaci oko 15% [9,10].

Godišnja produkcija ogradnog drveta za period 2006 - 2010. godine prikazana je u *tabeli 4*. Šume u Albaniji zauzimaju površinu od 1,04 miliona ha i sa te površine se godišnje poseče oko 127.000 m³ drveta koje se direktno koristi kao energent. Energija koja je dobijena iz drveta najčešće se koristi za zagrevanje kuća i spremanje hrane u tradicionalnim pećima. Pored direktne produkcije ogradnog drveta sečenjem šuma, Albanija raspolaže i sa oko 2,2 miliona m³ drvnih ostataka koji se takođe mogu koristiti kao energent [9,10]. Prema „Aktivnom scenariju“ *Nacionalne strategije za energetiku i Akcionom planu Albanije*, predviđeno je da upotreba ogradnog drveta opada sa 226,6 ktoe u 1999. do 183,4 ktoe u 2015., dok bi prema „Pasivnom scenariju“ iste strategije upotreba ogradnog drveta iznosila 378 ktoe u 2015. godini [11].

Tabela 3. Udeo biomase u obnovljivim izvorima energije za zemlje (podaci za 2009)

<i>Zemlja</i>	<i>Biomasa [Mtoe]</i>	<i>% Biomasa u OIE</i>
<i>Albanija</i>	0,22	32,0
<i>Bosna i Hercegovina</i>	0,18	25,4
<i>Hrvatska</i>	0,34	37,6
<i>Makedonija</i>	0,19	62,2
<i>Srbija</i>	0,3	24,4
<i>OECD Evropa</i>	105,3	57,1
<i>Non-OECD Evropa i Evroazija</i>	13,7	34,7

Izvor: Ref. [4]

Najvažniji ratarski ostaci proizilaze od uzgoja žitarica (pšenica, kukuruz, raž, ječam i ovas) sa oko 147.000 hektara pod kultivacijom. Skoro celokupna ratarska proizvodnja se odvija u okviru manjih domaćinstava, odnosno u Albaniji ne postoje velike organizacije koje se bave ratarstvom i koje bi uzgajale žitarice u velikim količinama. U malim domaćinstvima najčešće postoji kombinovana ratarska i stocarska proizvodnja, što podrazumeva da se ratarski proizvodi ili ostaci koriste kao hrana za uzgoj životinja, o čemu najbolje govore podaci Instituta za statistiku, prema kojima se kombinovana proizvodnja odvija u oko 350.000 farmi dok se samo ratarska proizvodnja odvija u oko 48.000 farmi [12]. Zapravo, u Albaniji ne postoji tržište za otkup poljoprivrednih ostataka, koji se mogu koristiti kao izvori energije, što rezultira time da ratari poljoprivredne ostatke, ukoliko ih već ne koriste kao hranu za domaće životinje, spaljuju na njivama. Ratarska proizvodnja blago opada iz godine u godinu i jedan od glavnih razloga je to što ratari nisu previše zainteresovani zbog visokih troškova [9].

U tabeli 5. data je procena ostataka od ratarske proizvodnje. Podaci prikazani u ovoj tabeli dobijeni su na osnovu statističkih podataka o prinosu za svaku zemlju i na osnovu modela prikazanog u [19] za procenu količine ostataka koji se bazira na prinosu pojedinih ratarskih kultura. Najviše ostataka u Albaniji se produkuje uzgajanjem pšenice i kukuruza, prosečno godišnje oko 520.000 t.

Tov domaćih životinja se najvećim delom, kao što je već rečeno, obavlja u malim domaćinstvima i životinjski otpad se najviše koristi kao đubrivo, jer nije zastupljen ni jedan sistem za konverziju životinjskog otpada u energiju [9].

3.2. Bosna i Hercegovina

Šume su glavni prirodni resurs u Bosni i Hercegovini, i ona je jedna od najbogatijih zemalja u

Evropi u pogledu odnosa šumskog pokrivača prema ukupnoj površini zemlje. Više od 60% stanovništva, uključujući gotovo sve siromašnije porodice u seoskim i prigradskim područjima, koriste ogrevno drvo kao glavno gorivo za grejanje prostora [20].

Potencijal biomase u Bosni i Hercegovini, baziran na šumskim ostacima, otpadu od prerade drveta, poljoprivrednim ostacima i preradi hrane može se smatrati veoma značajnim. Šume i šumsko zemljište zauzimaju 43% teritorije Bosne i Hercegovine (oko 2,7 miliona hektara) [8,10]. Šumske površine se godišnje umanjuju za 0,1%, od čega se za energetske potrebe godišnje poseče oko 1.347.000 m³ drveta, tabela 4.

Kako se seča šuma ne vrši samo za energetske potrebe, već i za potrebe drvoprerađivačke i drugih vrsta industrije, dolazi do generisanja značajne količine drvnih ostataka. Procenjuje se da bi drveni ostaci mogli godišnje proizvesti približno 447,1 ktoe (5200 GWh) električne energije [8,10].

Što se tiče ostataka iz oblasti ratarskih kultura, zasada voća i stočarstva, postoji značajan potencijal za njihovo prikupljanje i korišćenje, uključujući i đubriva iz intenzivne farme. Poljoprivredni ostaci imaju značajan energetski potencijal u Republici Srpskoj, kao i centralnim i južnim delovima Federacije Bosne i Hercegovine. Energetski potencijal poljoprivrednih ostataka je oko 242,8 ktoe (10,166 PJ). Glavni problem u poljoprivrednom sektoru je geografska nepovezanost poljoprivrednih polja, čija je ukupna površina oko 400.000 hektara u Bosni i Hercegovini. Procenjeno je da 50% obradivog zemljišta u Federaciji BiH i 30% u Republici Srpskoj nije kultivisano, a kultivacioni trend opada iz godine u godinu [20].

U Bosni i Hercegovini, kao i u Albaniji, pšenica i kukuruz predstavljaju najznačajnije ratarske kulture. Kako se može videti u tabeli 5. najviše ostataka ostaje od uzgajanja kukuruza, blizu 1.000.000 tona, dok se uzgajanjem ostalih ratarskih kultura ukupno generiše oko 350.000 t ostataka.

Tabela 4. Produkcija ogrevnog drveta [m³]

Zemlja	2006	2007	2008	2009	2010	Prosek	Energetski ekvivalent* [Mtoe]
Albanija	121.066	81.615	156.369	120.741	158.971	127.752	0,03
Bosna i Hercegovina	1.459.048	1.339.773	1.4401.44	1.328.946	1.259.489	1.346.814	0,37
Hrvatska	914.648	760.814	763.747	858.000	1.030.000	865.442	0,24
Makedonija	504.110	478.549	515.535	530.338	525.821	510.871	0,14
Crna Gora	174.282	139.737	156.181	156.341	152.391	155.768	0,05
Srbija	1.414.693	1.171.734	1.347.204	1.365.021	1.450.654	1.349.861	0,38

* Prilikom proračuna energetske ekvivalenta uzeto je da je prosečna energetska vrednost drveta 18 MJ/kg [19]

Izvor: Ref. [12-18]

Farne koje se bave stočarskom proizvodnjom su relativno male (20 krava, 100 svinja i 5.000 do 12.000 živine). Zbog upotrebe organskih đubriva u ratarstvu i pri trenutnoj situaciji na tržištu električne energije, potencijalne investicije u biogasna postrojenja imale bi relativno dug period otplate. Vreme za koje bi se otplatile potencijalne investicije iznosi oko 8 do 10 godina za farme krava, 11 - 14 godina, za farme svinja, dok je period otplate za živinarske farme oko 7,5 do 9,5 godina [21].

3.3. Hrvatska

Biomasa se koristi u ruralnim sredinama (u svim regionima Hrvatske) u velikim količinama za grejanje i kuvanje. Ogrevno drvo i komercijalno i nekomercijalno sečenje šuma iznosilo je 8,4% potrošnje primarne energije u 2008 i energija biomase je jedan od najvažnijih OIE u Hrvatskoj [14]. Kako 36% od ukupne površine čini šuma, i sa jakom poljoprivredom i drvnom industrijom, biomasa ima veliki potencijal kao OIE, mada u prošlosti, biomasa nikada nije zauzimala značajno mesto u energetskej politici Republike Hrvatske.

Šume u Hrvatskoj zauzimaju površinu od 2,23 miliona ha sa koje se godišnje poseče oko 865.000 m³ drveta koje se koristi kao energent, *Tabela 4*. Oko 1,8 - 1,9 miliona m³ (280 ktoe ili 12,1 PJ) čvrstih drvenih ostataka je na raspolaganju za proizvodnju energije, od čega oko polovine potiče iz industrije prerade drveta. Hrvatska ima značajno učešće šumskog zemljišta u ukupnom državnom vlasništvu zemljišta (44%) [22].

Poljoprivredni ostaci od ratarske i voćarske proizvodnje su, u značajnim količinama, dostupni za upotrebu u energetske svrhe. Najvažniji ostaci ratarske proizvodnje koji se mogu iskoristiti u energetske svrhe dolaze od uzgoja pšenice i kukuruza.

Republika Hrvatska postavlja cilj da se u 2020 godini koristi oko 621 ktoe (26 PJ) energije iz biomase [23].

3.4. Makedonija

Vrste i regionalni raspored izvora biomase u Makedoniji zavisi od karakteristika pojedinih regiona. Biomasa je uglavnom na raspolaganju u poljoprivrednim i šumskim regionima zemlje. Od ukupne količine biomase za energetske svrhe, drvo i (drveni ugalj) daju oko 80%. Pod šumskim zemljištem u Makedoniji računa se 1,16 miliona hektara, od čega je pod šumama 950.000 hektara. Državne šume čine 90,14% od ukupne površine, dok je njihov ukupan udeo u

rezervi drveta 92,2% [24]. Sa šumskih površina u periodu 2006-2010. prosečno je godišnje posečeno oko 510.000 m³ ogrevnog drveta, *tabela 4*.

Posle lignita, biomasa je drugi najznačajniji oblik goriva iz domaćih izvora energije, u energetskom bilansu Makedonije, sa 166 ktoe (1930 GWh, 6950 TJ), što je 11,5% od ukupne proizvedene energije u Republici Makedoniji (u 2006), ili 6% od ukupne potrošnje primarne energije. Biomasa ima udeo od skoro 10% (ili 163 ktoe) u ukupnoj finalnoj potrošnji energije u 2006. Ukupna potrošnja biomase do 2020 će se povećati do 249,4 ktoe (2900 GWh), odnosno 244,2 ktoe (2840 GWh) za osnovni scenario i scenario sa jačim merama energetske efikasnosti, respektivno [24].

Struktura ratarske proizvodnje u Makedoniji je slična kao i u Albaniji, odnosno najveći deo ratarskih proizvoda se dobija u malim i to mahom mešovitim farmama. U najvećem obimu se proizvode pšenica, kukuruz i ječam, *tabela 5*, pri čemu se njihovim uzgajanjem generiše oko 510.000 t ostataka, koji potencijalno mogu biti izvor energije.

Potencijal za proizvodnju električne energije iz biogasa nije dovoljno ispitano. *Strategija energetskog razvoja Republike Makedonije do 2030.* predviđa da će ovi objekti imati ukupnu snagu od 7 - 10 MW do 2020 sa godišnjom proizvodnjom od 20 - 30 GWh (1,7 - 2,6 ktoe) [24].

3.5. Crna Gora

Energetski potencijal biomase u Crnoj Gori zasniva se na šumskim bogatstvima, ostacima od prerade drveta i poljoprivredi. Šume u Crnoj Gori zauzimaju površinu od 627.000 ha i predstavljaju 42% od ukupne površine Crne Gore [10]. Šume predstavljaju 36%, ratarske površine 28%, dok 33% ukupne površine zemljišta predstavlja neodređeni tip, tj. mešavinu ratarskih površina i prirodne vegetacije [25].

Drvo se uglavnom koristi za grejanje stanova. Na osnovu sprovedenih istraživanja izvršene su procene koje pokazuju da je potencijal drvene biomase na 2,6 m³/ha godišnje [8], dok se sadašnjem nivou potrošnje godišnje poseče oko 156.000 m³ drveta, *tabela 4*. Pored ove količine drveta koja se koristi kao energent, u Crnoj Gori se prema G. Danon et al. [26] više 400.000 m³ drvnih ostataka može koristiti kao čvrsto biogorivo.

Prosečna stopa iskorišćenosti zemljišta u poljoprivredne svrhe iznosi oko 12%. Raspored zemljišta namenjenog za poljoprivredne svrhe na čitavoj teritoriji Crne Gore prilično je neujednačen. Na teritoriji 5

od ukupno 21 opštine nalazi se više od 50% celokupnog poljoprivrednog zemljišta u Crnoj Gori. Najčešće zastupljeni tipovi poljoprivrednih oblasti, su zelene površine, trajni pašnjaci i livade, koji čine 87% od ukupnog poljoprivrednog zemljišta [25].

Kako je 87% poljoprivrednog zemljišta nekultivisano, poljoprivredna proizvodnja je na malom nivou. Iz tog razloga generišu se i male količine poljoprivrednih ostataka koje se mogu koristiti kao izvor energije. Prosečna godišnja količina ostataka koja se generiše u Crnoj Gori iznosi oko 15.000 t, što je u poređenju sa zemljama iz okruženja zanemarljiv potencijal.

Iako su potrebna dodatna istraživanja za dobijanje pouzdanih podataka, procenjeni tehnički potencijal je dovoljan za najmanje 3 do 5 manjih elektrana kapaciteta između 5 i 10 MW koje bi kao gorivo koristile biomasu. Za sada, *Strategija energetskog razvoja Crne Gore do 2025* ne predviđa izgradnju istih, ali je otvorena za potencijalne privatne investitore. Strategija ne predviđa značajnije korišćenja biogasa do 2025. godine. Izgradnja objekta za korišćenje komunalnog otpada kapaciteta 10 MW je planirana do 2025. Strategija predviđa korišćenje biogoriva posle 2010 godine. Godine 2025, potrošnja biogoriva bi bila oko 16,2 ktoe (0,68 PJ) [8, 27].

3.5. Srbija

Različite procene pokazuju da energetski potencijal biomase iznosi 2.400 ktoe godišnje (62,7% učešća u ukupnom potencijalu OIE), gde 1.000 ktoe predstavlja potencijal drvene biomase (seča drveta i otpaci drvene mase pri njenoj primarnoj i sekundarnoj preradi), a više od 1.400 ktoe se sastoji od poljoprivredne biomase (ostaci poljoprivrednih i ratarskih kultura, uključujući i tečni stajnjak) [1].

Prema popisu iz 2007, ukupna površina pod šumama u Republici Srbiji je oko 2,25 miliona he-

ktara, od kojih 47% je u državnom vlasništvu, a 53% je u privatnom vlasništvu. Srbija se smatra srednje pošumljenom zemljom, oko 29% teritorije Srbije (bez Kosova) je pokriveno šumama i ako se nisko rastinje (žbunje i grmlje) uzme u obzir šume ukupno pokrivaju oko 34% teritorije Srbije [28]. Ukupan godišnji zapreminski prirast drvene zapremine u Srbiji iznosi 6,2 miliona m³. Prosečna zapremina je 101,7 m³ po hektaru, odnosno zapreminski prirast 2,6 m³/ha, što pokazuje da se godišnje u šumama akumulira 1,22 Mtoe. Pošumljavanje je sada oko 10% veći nego u 1957, a prema Prostornom planu Srbije trebalo bi da dostigne 41,4% [29]. Prema podacima RZS koji su prikazani u tabeli 4, godišnje se poseče oko 1.350.000 m³ drveta, koje se koristi kao energent. Kako u šumama Srbije, ostaje i veća količina drvenih ostataka, realno bi za dobijanje toplotne energije bez većih ulaganja, a sa boljom organizacijom moglo da se koriste oko 1,1 milion m³ drvenih ostataka. Međutim, uprkos ovom potencijalu, drvo zauzima još uvek niske pozicije u zadovoljenju energetskih potreba. Glavni razlog za to je veliko nerazumevanje da domaće snabdevanje drvnom biomasom može da obezbedi čistu energiju iz obnovljivog izvora, kao i dodatne koristi koje drvo pruža.

Srbija ima značajnu ratarsku proizvodnju, iz koje se generiše oko 10 miliona tona ostataka godišnje, tabela 5, koji se mogu koristiti kao potencijalni izvor energije. Najznačajniji deo raspoloživih biljnih ostataka, koji se mogu koristiti u energetske svrhe, nalazi se u Vojvodini. Neznatan deo ostataka se koristi u energetske svrhe, pre svega zbog niske cene električne energije [30].

Procena je da upotrebljivi energetski potencijal životinjskog otpada iznosi oko 450 ktoe godišnje. *Strategija razvoja energetike* procenjuje da će, do 2015, oko 7% (3.183.000 Nm³/god) biti iskorišćeno za proizvodnju električne energije [31].

Izgradnja više postrojenja za iskorišćenje biomase i biogasa (ukupne snage 7 MW), planirana

Tabela 5. Ostaci od ratarske proizvodnje, prosečno 2006 - 2010 [10³ t]

Zemlja	Pšenica	Kukuruz	Raž	Ječam	Suncokret	Soja	Ukupno	Energetski ekvivalent* [Mtoe]
Albanija	268,9	254,7	3,3	3,4	5,5	1,05	536,85	0,18
Bosna i Hercegovina	246,5	989,0	11,8	55,6	/	18,8	1.321,7	0,44
Hrvatska	852,8	2.212,8	/	192,6	211,0	243,8	3.713	1,24
Makedonija	256,0	145,4	9,5	108,4	13,4	/	532,7	0,18
Crna Gora	2,6	9,8	/	1,5	/	/	13,9	0,00
Srbija	1.975,5	6.180,5	14,5	236,2	944,6	716,7	10.068	3,37

* Prilikom proračuna energetskog ekvivalenta uzeto je da je prosečna energetska vrednost ostataka od ratarskih kultura 14 MJ/kg

je za period 2009 - 2012, pri čemu je planirano da se izgradnjom više kotlovskih jedinica dostigne 870 ktoc/god proizvedene toplotne energije iz drvene biomase u 2015. [32].

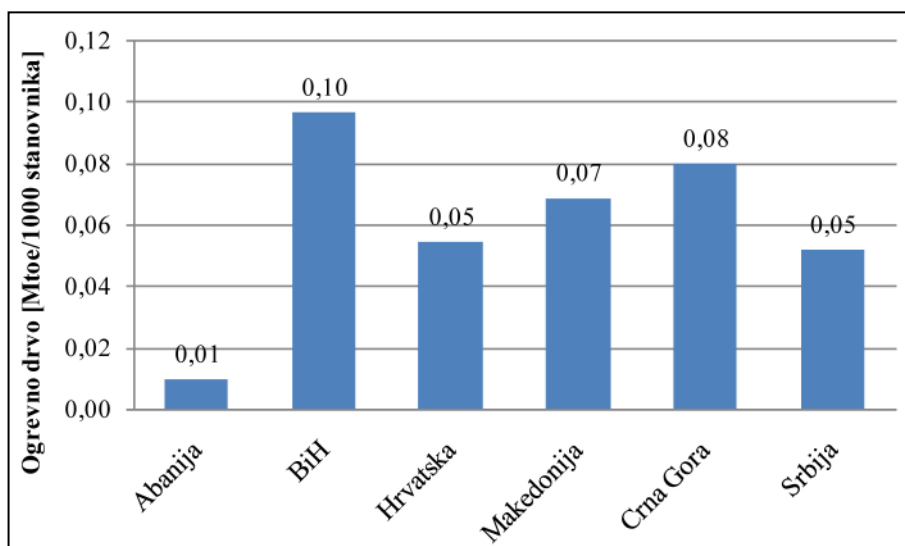
4. KOMPARATIVNA ANALIZA

U svim zemljama Zapadnog Balkana (posebno u ruralnim predelima) ogrevno drvo predstavlja jedan od najznacajnijih izvora energije, pre svega toplotne. Iz *tabele 4*, se može uočiti da se najveća količina ogrevnog drveta produkuje u Bosni i Hercegovini i Srbiji, dok se najmanja količina produkuje u Albaniji i Crnoj Gori. Međutim, kada se kada se ova količina

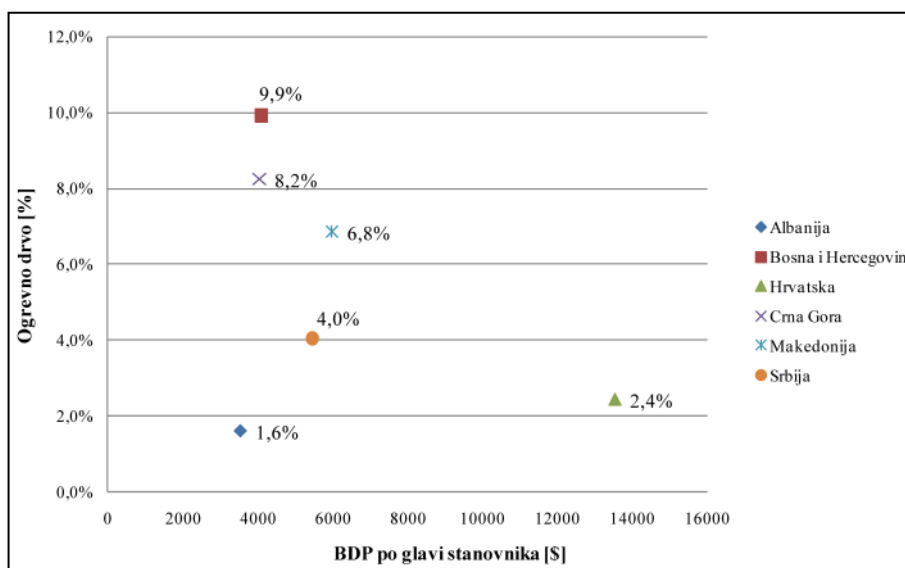
posmatra u odnosu na broj stanovnika dobijaju se nešto drugačije vrednosti, *slika 1*. Ogrevno drvo se u ovim zemljama koristi na tradicionalan način. Udeo tradicionalnih goriva u potrošnji energije, zavisi pre svega od stepena razvijenosti zemlje, ali i od prirodnih bogatstava i klimatskih uslova [34]. Na *slici 2*, prikazan je udeo ogrevnog drveta u ukupnoj potrošnji energije prema BDP po stanovniku, na kojoj se može uočiti da zemlje sa najnižim BDP po stanovniku najviše koriste ogrevno drvo.

Kada je u pitanju Bosna i Hercegovina, razlog za ovakve rezultate treba tražiti u činjenici da je ova zemlja jedna od najbogatijih zemalje Evrope u pogledu površine pod šumama u odnosu na teritoriju zemlje, kao i u činjenici da usled slabe razvijenosti privrede preko 60% stanovništva koristi ogrevno drvo za zagrevanje prostora i sprem anje hrane. Sa druge strane razloge najmanjeg produkovanja ogrevnog drveta u Albaniji možemo pronaći u više činjenica, iako je Albanija zemlja sa najnižim BDP. Albanija je primorska zemlja u kojima jednim delom prevladuje mediteranska, a drugim delom umereno-kontinentalna klima, za koje su karakteristična topla leta i umerene zime. Pored toga Albanija je zemlja koja preko 97% električne enrgije dobija iz hidroelektrana što ovaj vid energije čini veoma ekonomičnim.

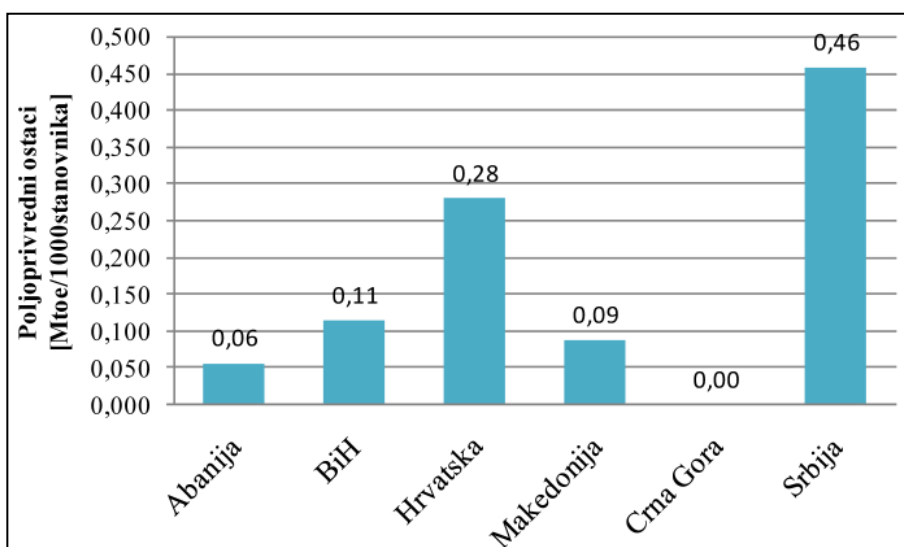
Najveći energetski potencijal od ostataka koji se proizvode pri ratarskoj proizvodnji imaju Srbija i Hrvatska, dok najmanji potencijal ima Crna Gora, *slika 3*. Podaci sa ove slike pokazuju da Srbija i Hrvatska pojedinačno proizvode više poljoprivrednih ostataka nego ostale četiri zemlje zajedno. Jedan od glavnih razloga za ovakvo stanje je to što značajan seveni delove obe zemlje zahvataju prostor Panonske nizije koja se odlikuje izuzetnom pogodnošću za uzgajanje ratarskih ku-



Slika 1. Potrošnja ogrevnog drveta na hiljadu stanovnika za zemlje Zapadnog Balkana



Slika 2. Procenat ogrevnog drveta u ukupnoj potrošnji energije u odnosu na BDP po glavi stanovnika za zemlje Zapadnog Balkana



Slika 3. Potencijalna količina energije iz poljoprivrednih ostataka na hiljadu stanovnika za zemlje Zapadnog Balkana

ltura, dok sa druge strane veći deo Crne Gore zauzima zemljište pretežno krečnjačkog sastava.

Iako u svim zemljama, osim u Crnoj Gori, postoje značajnije količine ostataka od ratarske proizvodnje, nije moguće koristiti celokupni potencijal poljoprivredne biomase za proizvodnju energije. Između ratara, stočara, tehnologa, inženjera i ostalih potencijalnih korisnika biomase iz poljoprivrede, postoje različita mišljenja u koje bi svrhe bilo najpovoljnije koristiti biomasu. Neke procene ukazuju na to da se bez većih posledica za očuvanje kvaliteta zemljišta u svrhu dobijanja energije može iskoristi 25 -30% tih resursa [35]. Međutim, očuvanje kvaliteta zemljišta nije jedina prepreka značajnijem iskorišćenju ostataka u energetske svrhe. Drugi problem koji se javlja, a karakterističan je za pretežno brdsko-planinske zemlje, kakve su Albanija, Makedonija i Bosna i Hercegovina, je teritorijalna razućenost farmi koje se bave ratarskom proizvodnjom kao i loša saobraćajna infrastruktura što dodatno otežava i onako neekonomično prikupljanje ostataka. Činjenica je da su i Srbija i Hrvatska pretežno brdsko-planinske zemlje, ali se više od polovine ratarske proizvodnje obavlja u severnom ravničarskom delu.

5. ZAKLJUČAK

Biomasa predstavlja jedan od značajnih energetske izvora u zemljama Zapadnog Balkana. Međutim, u svim ovim zemljama koristi se mali deo raspoloživog energetske potencijala, najčešće u vidu tradicionalnog korišćenja drvne biomase za kuvanje i zagrevanje prostora. Korišćenje ogrevnog drveta kao goriva za zagrevanje prostora i kuvanje hrane

predstavlja vid neefikasnog iskorišćenje drvne biomase. Ovaj problem i u narednom periodu biće vrlo teško rešiti, posebno u ruralnim predelima, gde je socijalna struktura stanovništva takva da teško prihvata promene u pogledu tradicionalno stečenih iskustava i navika. U urbanim sredinama takođe postoje velike grupe stanovništva, u određenim regionima i cele opštine koje koriste ogrevno drvo. Drvna biomasa se može efikasno koristiti u vidu peleta i briketa, za čije dobijanje se mogu koristiti i drvni ostaci od primarne i finalne obrade

drveta, kao i šumski ostaci. Drvni ostaci u formi peleta i briketa, koriste se u malim količinama u individualnim slučajevima. Prednost urbanih sredina j mogućnost izgradnje kogenerativnog sistema daljinskog grejanja koji koristi biomasu kao gorivo. Korišćenjem biomase u ovu svrhu zemlje Zapadnog Balkana mogu značajno povećati efikasnost korišćenja biomase kao goriva (pre svega drveta) i na taj način oni mogu da ostvare dvostruke koristi po pitanju smanjenja emisije gasova staklene bašte (pre svih ugljen-dioksida). Pored toga, stanovništvo u gradskim sredinama se lakše prilagođava promenama.

Iskorišćenost energetske potencijala poljoprivrednih ostataka je veoma neizvesno iz više razloga. Postoje različita mišljenja po pitanju načina na koji je najefikasnije iskoristiti poljoprivredne ostatke. Najnepovoljniji oblik „iskorišćenja“ poljoprivrednih ostataka, predstavlja njihovo spaljivanje na njivama, što često ima veoma štetne posledice po životnu sredinu. Preoravanje u cilju povećanja kvaliteta zemljišta i korišćenje kao hrane za tov domaćih životinja, predstavljaju, takođe, česte oblike iskorišćenja poljoprivrednih ostataka. Energetske iskorišćenje poljoprivrednih ostataka je slabo zastupljeno, a raniji pokušaji prerade ostataka u energente najčešće su se neslavno završavali. Razlozi za to su bili finansijske prirode, a u nedostatku podrške nadležnih državnih institucija. U određenim zemljama, kao što su Albanija i BiH, probleme vezane za značajniju iskorišćenost poljoprivrednih ostataka u energetske svrhe, predstavlja geografska nepovezanost, kao i teška pristupačnost domaćinstvima koja se bave uzgojem žitarica. Lokalno iskorišćenje poljoprivrednih ostataka može značajno doprineti razvoju ruralnih oblasti, ali će ostvarivanje

ovog cilja biti potrebno uložiti velike napore i finansijska sredstva.

Organizovano prikupljanje ostataka od stočarstva, kao što je slučaj i sa poljoprivrednim ostacima, može doprineti razvoju ruralnih sredina, pre svega u vidu elektrifikacije udaljenih područja korišćenjem mini i mikro kogenerativnih (CHP) postrojenja. U budućnosti, neće biti lako da se organizuje prikupljanje životinjskog đubriva, kako iz tehničkih tako i iz finansijskih razloga. Tehnički problemi su vezani za prostornu udaljenost domaćinstava koja se bave stočarskom proizvodnjom. Oni takođe uključuju otežan pristup farmama zbog loše saobraćajne infrastrukture. S druge strane, prikupljanje stajnjak sa malih gazdinstava uz otežan pristup zahteva relativno velika finansijska sredstva.

6. LITERATURA

- [1] A. Mihajlov: *Opportunities and challenges for a sustainable energy policy in SE Europe: SE European Energy Community Treaty*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010;14:872-75.
- [2] I. Raguzin, Ž. Tomšić: *Legislation framework for Croatian renewable energy sources development*. Thermal Science 2007;11(3):27-42.
- [3] M. Babić, D. Gordić, M. Despotović, N. Jovičić, V. Šušteršič, V. Babić: *Razvojni ekonomsko-legislativni orijentiri programa ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije u oblasti obnovljivih izvora energije*. Energija, List Saveza energetičara: Energija, ekonomija i ekologija 2007;9(1-2):16-38.
- [4] IEA International Energy Agency. Renewables information. Paris: OECD/IEA;2011.
- [5] Š.Mandal, Z. Mihajlović-Milanović, M. Nikolić: *Ekonomika energetike - strategija, ekologija i održivirazvoj*, Ekonomski fakultet, Beograd, 2010.
- [6] M.Parikka: *Global biomass fuel resources*. Biomass and Bioenergy 2004; 27(6):613-20.
- [7] B. Steubing, R. Zah, P. Waeger, C. Ludwig: *Bio-energy to climb: Assessing the domestic sustainable biomass potential*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010;14(8):2256-65.
- [8] EBRD European Bank for Reconstruction and Development - Renewable Development Initiative. Country Profile 2009. <http://ebrdrenewables.com>
- [9] Sh. Karaj, T. Rehl, H. Leis, J. Müller: *Analysis of biomass residues potential for electrical energy generation in Albania*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010;14:493-499.
- [10] IEA International Energy Agency, *Energy in the Western Balkans: The Path to Reform and Reconstruction*. In co-operation with the United Nations Development Programme, 2008; Dostupno na: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/Balkans2008.pdf>
- [11] Republic of Albania, The National Strategy of Energy and Plan of Action. Tirana, 2003.
- [12] Podaci Instituta za Statistiku (Institute of Statistics - INSTAT) Republike Albanije za period 2006 – 2010 <http://www.instat.gov.al/>
- [13] Podaci Agencije za statistiku Bosne i Hercegovine za period 2006 – 2010 <http://www.bhas.ba/index.php?lang=sr> i Federalnog zavoda za statistiku of Federation of Bosnia and Herzegovina <http://www.fzs.ba/index.html> i Republičkog zavoda za statistiku Republike Srpske <http://www.rzs.rs.ba/Latinica.htm>
- [14] Podaci Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske za period 2006 – 2010 http://www.dzs.hr/default_e.htm
- [15] Podaci Državnog zavoda za statistiku Republike Makedonije za period 2006 – 2010 http://www.stat.gov.mk/Default_en.aspx
- [16] Podaci Zavoda za statistiku Crne Gore za period 2006 – 2010 <http://www.monstat.org/eng/index.php>
- [17] Podaci Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije za period 2006 – 2010 <http://webzr.stat.gov.rs/WebSite/>
- [18] Podaci Statistical Office of UNMIK/Kosovo for period 2006 – 2010 <http://esk.rks-gov.net/eng/>
- [19] M.Ilić, et al.: *Studija – Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije zanjenu pripremu i energetske iskorišćenje u Srbiji*, Beograd, 2003.
- [20] Energy Sector Study in BIH, Module 12 – Demand side management, energy conservation and renewable energy sources, 2008.
- [21] P.M.Gvero, G.S. Tica, S.I. Petrović, S.V. Papuga, B.M. Jakšić, L.M. Roljić. *Renewable energy sources and their potential role in mitigation of climate changes and as a sustainable development driver in Bosnia and Herzegovina*. Thermal Science 2010;14(3):641-54.
- [22] G. Granić and F. Prebeg: *Renewable energy projects in Croatia: Present situation and future activities*. Thermal Science 2007;11(3):55-74.
- [23] Croatian Parliament, Energy Strategy of the Republic of Croatia. Zagreb, 2009.
- [24] Macedonian Ministry of Economy, Strategy for Energy Development in the Republic of Macedonia until 2030. Skopje, 2010. Available online: <http://www.economy.gov.mk>

- [25] Italian Ministry for the Environment, Land and Sea, Renewable Energy Resource Assessment Republic of Montenegro: Wind, Solar and Biomass Energy Assessment Doc. No. 06-407-H1. Rev. 2 – February, 2007.
- [26] G.J. Danon, M.B. Anđelić, B.D. Glavonjić, R.B. Kadović, M.A. Furtula: *Wood biomass for energy in Montenegro*. Thermal Science 2010;14 [3]:783-98.
- [27] Ministry for Economic Development of Montenegro, Strategy of the Energy Development in the Montenegro until 2025, Podgorica, 2007.
- [28] D. Gordić, Energo-eko menadžment u industriji nameštaja. Mašinski fakultet, Kragujevac, 2011.
- [29] M. Despotović i M. Babić, Energija biomase. Mašinski fakultet, Kragujevac, 2007.
- [30] M. Tešić, M. Babić, M. Martinov: *Predstojeći podsticaji za korišćenje biomase kao energenta*. Savremena poljoprivredna tehnika 2007;33(1-2) : 53-59.
- [31] M. Golusin, Z. Tesic, A. Ostojic: *The analysis of the renewable energy production sector in Serbia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010; 14:1477-83.
- [32] M. Tešić, F. Kiss, Z. Zavargo: *Renewable energy policy in the Republic of Serbia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011;15(1):752-58.
- [33] M. Ilić, B. Grubor, M. Tešić, *The state of biomass energy in Serbia*. Thermal Science 2004;8(2):5-19.
- [34] T.V. Ramachandra, Y. Loerincik, B.V. Shruthi: *Intra and Inter Country Energy Intensity Trends*. The Journal of Energy and Development 2005;31(1):43-84
- [35] M. Martinov, M. Tešić, M. Konstantinović, B. Stepanov. *Perspektive u korišćenju biomase za grejanje domaćinstava u seoskim područjima*. Savremena poljoprivredna tehnika 2005;31(4):211-20.

Napomena: Rad nastao kao rezultat istraživanja na projektu III 42013 -ISTRAŽIVANJE KOGENERACIONIH POTENCIJALA U KOMUNALNIM I INDUSTRIJSKIM ENEREGANAMA REPUBLIKE SRBIJE I MOGUĆNOSTI ZA REVITALIZACIJU POSTOJEĆIH I GRADNJU NOVIH KOGENERACIONIH POSTROJENJA, Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije