

# **PRIVREDNI I EKOLOŠKI ZNAČAJ ČVRSTIH BIOGORIVA KOD NAS I U SVIJETU**

**Profesor dr Srđan Ljubojević<sup>1</sup>**

Nezavisni univerzitet Banja Luka

**Apstrakt:** Vlada opšte uvjerenje da čvrsta biogoriva predstavljaju održivu alternativu za fosilna goriva i za ublažavanje klimatskih promjena. U radu su prikazani pojavni oblici čvrstih biogoriva prema relevantnim domaćim i međunarodnim standardima. Elaboriran je sadašnji i anticipiran njihov budući značaj u ukupnoj proizvodnji i prometu energije u svijetu, zemljama EU i kod nas. Posebno su apostrofirani novi trendovi i koncepcije u proizvodnji i prometu čvrstih biogoriva. Također je analizirana sirovinaska baza RS i BiH, naznačeni pravci njezinog mogućeg proširenja zasnivanjem kultura kratkih ophodnji drveća i grmlja (bagrema, topola i vrba) i intenzivnih zasada energetske trave (divlji proso, kineska srebrna trava, miskantus, tokavica, velika trska). U okviru ove teme, analizirana je zastupljenost čvrstih biogoriva u sektorskim strategijama RS. Na kraju je ukazano na ekološke rizike u slučaju intenziviranja eksploatacionih zahvata u našim šumskim ekosistemima.

**Ključne riječi:** *čvrsta biogoriva, proizvodnja, RS, BiH.*

## **UVOD**

Naftne krize, koje su se desile 70-ih godina prošlog vijeka nisu samo dovele do drastičnog skoka cijene sirove nafte, već su potakle niz inicijativa u najrazvijenijim zemljama svijeta za smanjenje zavisnosti njihovih privreda od nafte, korišćenjem alternativnih izvora energije.

Devedesetih godina prošlog vijeka čovječanstvo se suočilo sa pojavom naglog povećanja prosječne temperature atmosfere i okeana, poznatom kao globalno zagrijavanje. Glavni uzrok ovoj pojavi nalazi se u povećanju koncentracije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte (GESB) usljed pretjeranog korišćenja fosilnih goriva. Napori da se novonastalo stanje stavi pod kontrolu formalizovani su Okvirnom konvencijom UN o promjeni klime (Rio, 1992) i Protokolom iz Kjota (1997). Otpilike u isto vrijeme u svijetu sazrijeva svijest o ograničenosti zaliha fosilnih goriva. Prema Američkoj administraciji za energiju (EIA), rezerve sirove nafte će se iscrpiti za oko 50 godina, prirodnog gasa za 65 godina i uglja za 120 godina, ako se zadrži sadašnji nivo njihovog korišćenja (Anon, 2013). U kontekstu navedenog, iskorišćavanje biomase za proizvodnju čvrstih biogoriva predstavlja realnu opciju za supstituciju fosilnih goriva sa gorivima nastalim iz obnovljivih prirodnih resursa, uz istovremeno smanjenje emisije GESB. Primjera radi, 20 t miskantusa (*Miscanthus x giganteus*) ekvivalentno je sa 12 t

---

<sup>1</sup> Fakultet za ekologiju, ljuboje@blic.net

kamenog uglja<sup>2</sup>, odnosno sa 8.000 litara lož ulja (El-Bassam, 1996). Biomasa dobijena iz prirodnih šumskih sastojina i energetske zasada smatra se CO<sub>2</sub> - neutralnom sirovinom, jer se njenim sagorijevanjem ne povećava atmosferski CO<sub>2</sub> zbog apsorpcije od strane usjeva u toku rasta. Energetske kulture i zasadi štite zemljište od erozije, poboljšavaju sadržaj organske materije a time i plodnost zemljišta. U socijalno-ekonomskom pogledu, one doprinose otvaranju novih radnih mjesta i dodatnom zapošljavanju, prije svega ruralnog stanovništva.

### POJAVNI OBLICI I ZNAČAJ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Do prije dva vijeka biogoriva su bila osnovni izvor energije za čovjeka. Danas ona podmiruju oko 13 % njegovih energetske potreba na globalnom planu, odnosno oko 9 % kada se posmatraju zemlje EU-27 (tab. 1).

*Tabela 1: Struktura potrošnje energije u svijetu i kod nas u 2010. godini (Izvor: Anon., 2012)*

Područje	Jedini- nica	Ugalj	Nafta	Zemni gas	Nukle- arna energija	Obno- vljivi izvori ener.	Ostali izvori ener.	Ukupno
Svijet	%	27,3	32,2	21,6	5,6	13	0,3	100
	Mtoe <sup>(1)</sup>	3.489,5	4.115,8	2.760,9	715,8	1.661,7	38,3	12.782
EU-27	%	15,8	36,6	24,6	13,6	9,0	0,4	100
	Mtoe	286,9	664,7	446,7	247	163,4	7,3	1.816
BiH	%					13,6		100
	Mtoe					0,9		6,4

1Mtoe - million tona ekvivalentne nafte

$$1\text{Mtoe} = 41.868 \text{ MJ} = 11.630 \text{ kWh} = 10.000.000 \text{ kcal}$$

Najveći značaj među obnovljivim izvorima energije u svijetu i zemljama EU imaju biomasa i otpad iz obnovljivih izvora, a zatim hidroenergija, dok je u BiH obrnuta situacija (tab. 2). Oko dvije trećine energije iz biomase stvara se u zemljama u razvoju i uglavnom troši za kuhanje i grijanje. Jedna trećina ove energije nastaje u razvijenim zemljama i uglavnom se troši za proizvodnju električne i toplotne energije. Geotermalna, solarna i energija vjetra u današnjem vremenu su inferiorne u odnosu na biogoriva uprkos javne predodžbe da se obnovljivi izvori energije baziraju na vjetro-turbinama i solarnim panelima. Primjera radi, u potrošnji energije iz obnovljivih izvora u EU-27, geotermalna energije je zastupljena sa 3,8 %, solarna energija sa 1,8 % a energija vjetra 7,5 %, što u ukupnoj energetskej potrošnji EU-27 iznosi: 0,3 %, 0,1 % i 0,7 %, respektivno. Kada je riječ o potrošnji biomase i obnovljivog otpada u EU-27, najviše su zastupljena čvrsta biogoriva (67 %), zatim čvrsti gradski otpada (13,1 %), nakon toga tečna biogoriva (12,4 %) i na kraju biogas (7,5 %).<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Lewandowski et al., 1995)

<sup>3</sup> Anon, 2012; Vakkilainen et al., 2013.

Tabela 2: Struktura potrošnje energije iz obnovljivih izvora u svijetu i kod nas u 2010. godini (Izvor: Anon, 2012)

Područje	Jedinica	Biomasa i otpad od biomase	Hidro energija	Ostali izvori	Ukupno
Svijet	%	75,4	17,7	6,9	100
	Mtoe	1.252,9	294,1	114,7	1.661,7
EU-27	%	68,6	18,5	12,9	100
	Mtoe	112,1	30,2	21,1	163,4
BiH	%	20,9	79,1	-	100
	Mtoe	0,2	0,7	-	0,9

### POJAVNI OBLICI ČVRSTIH BIOGORIVA

Pod biogorivima podrazumijevamo goriva proizvedena direktno ili indirektno iz biomase. Ona mogu da se upotrebljavaju u obliku u kojem su izrađena ili u oblicima koji nastaju nakon određenog stepena dorade i prerade. U odnosu na agregatno stanje u momentu isporuke ili upotrebe razlikuju se čvrsta, tečna i gasovita biogoriva.

Čvrsta biogoriva se upotrebljavaju u obliku u kojem su izrađena (na primjer, ogревно drvo svoj definitivni izgled dobija prilikom izrade u sječini kod panja) ili nakon određene dorade (na primjer, briket sabijanjem, presovanjem, prethodno usitnjene biomase). Drveni ugalj i bio ugalj su vrste biogoriva koje nastaju postupkom prerade. Sagorijevanjem čvrstih biogoriva proizvode se toplota i električna energija. Postupak istovremene proizvodnje toplote i električne energije naziva se kogeneracija. Čvrsta biogoriva mogu također da se koriste kao sirovina za proizvodnju tečnih i gasovitih biogoriva. Tečna biogoriva su bioetanol i biodizel. Ona se u najvećoj mjeri upotrebljavaju kao motorna goriva a mogu da se koriste za zagrijavanje domaćinstava i kao zamjena za lož ulje. Gasovita biogoriva su biogas i biometan. Ona se koriste na isti način kao i prirodni (zemni) gas.

U odnosu na konvencionalna goriva, goriva na bazi biomase su znatno složenija za korišćenje, u prvom redu zbog heterogenosti sirovinke baze, odnosno specifijske, sezonske i regionalne različitosti. Često sadrže količinu vlage koja im umanjuje energetska vrijednost, teža su za unošenje u prostor za loženje, sagorijevanjem oslobađaju pepeo i šljaku i dovode do korozije ložišta.

Čvrsta biogoriva dolaze na tržište u različitim pojavnim oblicima od kojih je većina propisana odgovarajućim standardom. U tabeli 3 navedeni su proizvodi koje evropski (EN)<sup>4</sup> i bivši jugoslavenski standard (JUS)<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Evropski komitet za standardizaciju (CEN) uređuje standarde sa oznakom „EN“. Evropski standardi koje je preuzela BiH, odnosno Institut za standardizaciju BiH, nose oznaku „BAS EN“.

Za neke od navedenih proizvoda nisu još urađene tehničke specifikacije, kao na primjer za šumske ostatke i snopove biomase. Bio-ugalj je novi proizvod koji još nije obuhvaćen standardom. Na evropskom tržištu mogu se naći i neki tipično američki proizvodi – parafinirani briketi i parafinirana drvena vuna za potpalu.

Tabela 3: Pojavni oblici čvrstih biogoriva na domaćem i evropskom tržištu

Naziv biogoriva		Referentni standardi	Način pripreme	
Cijelo stablo		EN 14961-1	Bez panjevine, prerezivanje; panjevinom – čupanje, vađenje iz zemlje	
Deblovina		EN 14961-1	Kresanje grana, prerezivanje	
Dugi ogrev		JUS D.B5.023	Kresanje grana, prerezivanje	
Ogrevno drvo		JUS D.B5.023	Kresanje grana, prerezivanje, cijepanje, slaganje	
Ogrevno drvo/ drvo za loženje		EN 14961-1	Kresanje grana, prerezivanje, cijepanje, slaganje	
Šumski ostatak		EN 14961-1 JUS D.B5.023	Sakupljanje	
Panjevina		EN 14961-1, JUS D.B5.023	Vađenje, rezanje, cijepanje	
Kora		EN 14961-1 JUS D.B5.023	Skidanje kore ručno/mašinski	
Snopovi biomase		EN 14961-1	Slaganje komada po dužini, vezivanje	
Drvni prah		EN 14961-1	Mljevenje	
Piljevina		EN 14961-1 JUS	Rezanje oštrim alatima	
Drvena sječka		EN 14961-1 JUS D.B5.024	Rezanje oštrim alatima	
Gruba sječka		EN 14961-1	Lomljenje tupim alatima	
Briket		EN 14961-1	Mehanička kompresija	
Pelet		EN 14961-1	Mehanička kompresija	
Bale	Prizmatične valjkaste	male velike	EN 14961-1	Presovanje i povezivanje u formi prizme
			EN 14961-1	Presovanje i povezivanje u formi valjka
Sjeckana slama ili energetska trava		EN 14961-1	Sjeckanje za vrijeme žetve	
Zrno ili sjeme		EN 14961-1	Bez posebne pripreme	
Ljuske i koštice voća		EN 14961-1	Bez posebne pripreme	
Logača od cijedenih maslina		EN 14961-1	Sušenje	
Drveni ugalj		JUS D.B9.020	Sagorijevanje uz ograničeno prisustvo kiseonika	

<sup>5</sup> Skraćenica JUS korišćena je za označavanje jugoslovenskih standarda od 1952. godine do 31.12.2005. godine. Od 1. januara 2006. umjesto skraćenice JUS korišćena je skraćenica SCS – srpsko-crnogorski standardi. Nakon što je prestala da postoji državna zajednica Srbije i Crne Gore, na snazi je skraćenica SRPS – srpski standardi. Za razliku od standarda, JUS je imao obavezujuću primjenu na cjelokupnoj teritoriji bivše SFRJ.

## STANJE I PERSPEKTIVE PROIZVODNJE ČVRSTIH BIOGORIVA U SVIJETU

Svjetska trgovina čvrstim biogorivima imala je rast od 600 % u periodu između 2000. i 2010.; sa 3,5 mil. tona (energetski ekvivalent 56,5 PJ) u 2000. proizvodnja je porasla na 300 PJ (18 mil. tona) u 2010. Evropa je glavni region međunarodne trgovine čvrstim biogorivima u kojem se odvija dvije trećine svjetske trgovačke razmjene. Zbog male gustine ne mogu sva čvrsta biogoriva izdržati međunarodni transport. Ta privilegija za sada pripada sječki, peletu, drvenom uglju i torifikovanoj biomasi, dok se u prekograničnoj trgovačkoj razmjeni realizuje promet briketa i paletiziranog drveta za loženje. Godišnja proizvodnja sječke u svijetu iznosi oko 59,4 mil. t. Najveći proizvođač je Kanada sa 20,7 mil. t, dok Evropa proizvodi oko 10,6 mil. T.<sup>6</sup> U svijetu se godišnje proizvede oko 19 mil. tona peleta, u pogonima čiji su kapaciteti znatno veći od realizacije (iznose oko 35 mil. t). Najveći proizvođači su Evropa, Kanada i SAD (Anon., 2013). U svijetu ima preko 600 fabrika peleta sa pojedinačnim kapacitetom iznad 10.000 t/god. (Vakkilainen et al., 2013). Najveći pojedinačni pogon izgrađen je u Rusiji („Vyborgskaya Cellusa”) sa kapacitetom od 900.000 t/god. Evropa je najveće tržište drvnog peleta, koji se pretežno dobavlja iz Kanade. Međutim, afirmacijom „zelene politike“, SAD će usisavati sve više peleta iz Kanade, ostavljajući Evropu kratkih rukava. Glavni kandidati da popune ovu prazninu su indonežanske plantaže (Ernsting, 2010). Svjetska proizvodnja drvenog uglja ekvivalentna je sa oko 1 EJ energije. Najveći proizvođač je Brazil sa 6,3 mil. t, ili 14 % učešća u totalu. Preostala proizvodnja dominantno je vezana za zemlje u razvoju. Torifikovana biomasa, za razliku od drvenog uglja, proizvodi se u razvijenim zemljama. Najviše se koristi u proizvodnji peleta radi povećanja njihove energetske gustine i *pro rata* smanjenja troškova prevoza kod velikih transportnih distanci. Okvirni energetski ekvivalent kapaciteta za torifikaciju dendromase u svijetu je oko 10 PJ (Anon, 2013).

Postoje različiti pogledi na značaj biogoriva i načine povećanja obima njihove proizvodnje. Prema projekcijama EIA, potrošnja energije u svijetu u periodu 2010-2040. porašće za 56 %. Izraženo u apsolutnim jedinicama, ukupna potrošnja energije rašće sa 12,8 milijardi toe 2010. na 15,9 milijardi toe 2020., odnosno na 20,7 milijardi toe 2040. Energija iz obnovljivih izvora i nuklearna energija imaju najveće stope rasta, svaka po 2,5 % godišnje. I pored toga, fosilna goriva će nastaviti da obezbjeđuju gotovo 80 % svjetskih energetske potrebe do 2040. Predviđanja govore da će prirodni gas imati najveću stopu rasta među fosilnim gorivima od 1,7 % godišnje. Uz sadašnju politiku ograničenja upotrebe fosilnih goriva, emisija CO<sub>2</sub> izazvana trošenjem energije, porašće sa 31 milijarde tona 2010., na 36 milijardi tona 2020., odnosno 45 milijardi tona 2040., što predstavlja rast od 46 % u ukupno posmatranom periodu<sup>7</sup>.

Zemlje EU i SAD, kao najrazvijenije na planeti, imaju ozbiljne planove vezane za proizvodnju i upotrebu čvrstih biogoriva i biogoriva u

<sup>6</sup> Lamers et al., 2012, 2012/1.

<sup>7</sup> Anon., 2013/1

cjelini (uključujući tečna i gasovita) u narednim dekadama. Cilj EU je da do kraja 2020. godine 20 % svojih ukupnih energetske potreba podmiri iz obnovljivih izvora, u prvom redu iz biomase, dok je cilj SAD da do kraja 2030. godine 30 % svoje potrošnje nafte zamijene sa biogorivima (Perlack et Stokes, 2011).

Direktiva Evropskog parlamenta i Savjeta Europe o promociji iskorišćavanja obnovljivih izvora energije usvojena je 2009. godine. Ona predstavlja dio Energetskog i klimatskog paketa EU. Direktiva veliku važnost pridaje obnovljivim izvorima energije i potvrđuje ciljeve “20-20-20”, koji podrazumijevaju da se do kraja 2020. godine poveća učešće energije iz obnovljivih izvora na 20 %, poveća energetska efikasnosti za 20 % i smanji emisija GESB za 20 % (Anon, 2009). Ciljevi “20-20-20” u značajnoj mjeri se baziraju na biomasi. Procjene govore da je izvodljivo povećanje učešća biomase na 120 miliona toe u 2020, uz obavezan dodatni uvoz između 25 - 40 miliona toe.

Da bi se ostvarili projektovani ciljevi neophodno je, između ostalog:

- izvršiti značajna ulaganja u podizanje novih sastojina drveća i grmlja i intenzivnih zasada energetske trava, te u uzgojnu, eksploatacionu i transportnu infrastrukturu;
- u sektoru šumarstva razviti sistem podsticaja koji će privatne šumovlasnike i izvođače radova motivisati da se više posvete šumskoj biomasi;
- u sektoru poljoprivrede, vlasnicima kultura kratkih ophodnji<sup>8</sup> i intenzivnih zasada energetske trava<sup>9</sup> obezbijediti premije za pokriće troškova osnivanja kulture i za premošćavanje perioda bez prihoda do prve žetve;
- u sektoru energetike, povećati kapacitet termoelektrana sa 23,6 GW u 2010. na 43,2 GW u 2020.

Prema projekcijama EU najveći udio u snabdijevanju imaće šumska biomasa. Međutim, njeno povećanje je ograničeno prirodnim potencijalima staništa i šumsko-gospodarskim obzirima.

---

<sup>8</sup> Kulture kratkih ophodnji su intenzivni zasadi brzorastućih vrsta drveća podignuti na zemljištima koja omogućavaju primjenu mehanizacije, kako u fazi sadnje, tako u fazi sječe. Pod određenim uslovima, u obzir dolaze i napuštena zemljišta, zatim zemljišta na kojima poljoprivredna proizvodnja nije rentabilna, te degradirana zemljišta predviđena za rekultivaciju. Ovi zasadi imaju veliku gustinu sadnje, a sa njima se gazduje kao sa panjačama kratke ophodnje (obično do 20 god.) i kratkih proizvodnih turnusa (1-5 god) (Ljubojević, 2015).

<sup>9</sup> Čvrsta biogoriva proizvode se i iz fitomase zeljastih biljaka, i to: žitarica, trave, uljarica, korjenastih usjeva, mahunarki i cvijeća. Posebno interesantna skupina su zeljaste trave. Kada se koriste za proizvodnju energije, nazivaju se energetskim travama. Višegodišnje zeljaste trave samo se jednom siju u višegodišnjem produkcionom periodu, za razliku od žitarica i drugih poljoprivrednih kultura, koje se moraju zasijavati svake godine. U odnosu na kulture kratkih ophodnji drveća, one se iskorišćavaju (žanju) svake godine i na taj način obezbjeđuju ravnomjerniji i učestaliji prihod (Ljubojević, 2015).

Podizanjem novih sastojina drveća i grmlja i zasada energetskih trava planira se obezbijediti skoro dvostruki rast ove kategorije biomase, dok će trend povećanja sekundarnih izvora biti nešto sporiji (tab. 4). Prema nekim analitičarima, EU uprkos plantažama i korišćenju šumskih ostataka, neće ni približno zadovoljiti svoje potrebe za biomasom. Prema Erstingu (2010) konkurencija za drvnom masom će eskalirati i povećani uvoz drveta u EU biće neminovan.

Tabela 4: Projekcija povećanja proizvodnje biomase u zemljama EU (Izvor: Jeppe et al., 2011)

Izvori biomase	2010		2015		2020	
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%
Šumarstvo	63,7	77,5	68,6	71,1	71,4	58,7
Poljoprivreda	12,8	15,6	18,4	19,1	36,3	29,9
Sekundar. izvori - otpad	5,7	7,9	9,5	9,8	13,9	11,4
Ukupno	82,2	100	96,5	100	121,6	100

Ministarstvo poljoprivrede SAD (USDA) usvojilo je 2005 godine plan "Milijarda tona" ("Billion Ton Report"), po kojem do 2030. god. 30 % potrošnje nafte treba da bude nadomješteno energijom iz biogoriva. Kao glavni sektor povećanja odabrani su energetski usjevi, za koje su predviđena tri modela rasta, po stopi od 2, 3 i 4 % godišnje, uz sprovođenje "agresivnog programa oplemenjivanja i selekcije". Da bi dostigle zacrtani cilj, SAD svake godine trebaju da proizvedu jednu milijardu tona suhe lignocelulozne mase, i da pri tome ostvare prosječan prinos od  $19,8 \text{ t}_{\text{atro}}/\text{ha}^{10}$  ( $8 \text{ t}_{\text{atro}}/\text{akri}$ ).<sup>11</sup>

### NOVI TREND OVI I KONCEPCIJE U PROIZVODNJI I PROMETU ČVRSTIH BIOGORIVA

Obim proizvodnje biomase kao sirovine za proizvodnju čvrstih biogoriva može se povećati na nekoliko načina, u zavisnosti od njenog porijekla. Kada je riječ o prirodnim sastojinama drveća i grmlja, povećanje se može ostvariti:

Naziv ove uslovne jedinice dolazi od skraćenica njemačkog izraza *absolut trocken* – apsolutno suho.

- uvođenjem novih površina koje će postati predmet iskorišćavanja,
- povećanjem zahvata (intenziteta sječa) u sastojinama koje se već iskorišćavaju,
- kombinovanjem prethodnih načina.

Kada je riječ o vještački podignutim sastojinama drveća i grmlja i zasadima energetskih trava, povećanje se može ostvariti:

- povećanjem površina pod navedenim kulturama,

<sup>10</sup> Težina biogoriva sa sadržajem vlage od 0 % u praksi se često naziva atro težina i iskazuje u atro tonama ( $t_{\text{atro}}$ ).

<sup>11</sup> Perlack et Stokes, 2011.

- poboljšanjem individualnih karakteristika vrsta, prije svega njihovih prinostnih mogućnosti,
- povećanjem gustine sadnje,
- đubrenjem i navodnjavanjem,
- kombinacijom prethodnih načina.

Tradicionalno oplemenjivanje i selekcija, kao i uvođenje gena za poboljšani rast i toleranciju na hladnoću, doveli su do značajnog povećanja prirasta i adaptiranosti na specifične stanišne uslove kod više vrsta topola. Nekoliko gena za poboljšani rast doprinijelo je povećanju prirasta kod topola za 20-40%. Kod teda bora (*Pinus taeda* L.) postigut je skoro dvostruki prirast biomase kombinovanjem tehnika tradicionalnog oplemenjivanja i biotehničke metode ubacivanja gena, zajedno sa kulturom tkiva, poznatijom pod imenom somatska embriogeneza. Uz pomoć biotehnologije proizveden je visoko produktivan tropski hibrid eukaliptusa (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). Uvođenjem gena koji povećava otpornost na niske temperature, omogućeno je širenje njegovog areala u hladnije krajeve, bez smanjenja prinosa. Gustom sadnjom i čepovanjem<sup>12</sup> postiže se dodatno poboljšanja prinostnih mogućnosti ovog hibrida.<sup>13</sup> Prema Bauenu et al. (2009), globalni potencijali energetskih usjeva u 2030. godini u svijetu procjenjuju se na oko 4 milijarde  $t_{atro}$ .

Da bi se zadovoljile narastajuće potrebe za sirovinom, praksa iskorišćavanja cijelih stabala, odnosno totalne biomase, postaje snažno prisutna. Pioniri novog koncepta su skandinavske zemlje. Na primjer, u Finskoj je 2010. izvađeno oko 1,4 mil.  $m^3$  panjeva (Walmsley et Godbold, 2010); poređenja radi, u državnim šumama RS godišnje se ukupno proizvede oko 1,7 mil.  $m^3$  šumskih drvnih sortimenata (Anon, 2010). Također novom može se smatrati praksa iveranja trupaca, koji se inače koriste za izradu tehničkog drveta. Tako je 40 % svih drvnih peleta proizvedenih u Njemačkoj 2009. godine bilo je izrađeno iz cijelih trupaca (Anon, 2010). Neke velike termoelektrane u stanju su da lože trupce u dugom oblom stanju, bez prethodnog ustinjavanja. Međutim, cijela stabla kao ni trupci, u principu se ne koriste kao goriva u svom izvornom obliku, prije svega zbog voluminoznosti, ali se zato masovno koriste kao sirovina za izradu drugih oblika čvrstih biogoriva, poput sječke i grube sječke.

U gusto naseljenim regionima Zapadne Evrope, uvođenje ciljane proizvodnje energetskih usjeva otežano je postojećim intenzivnim korišćenjem i visokim cijenama zemljišta. Da bi se prevazišli ovi problemi, razvijene su različite strategije, kao što su: višeproizvodna (*multi-product cropping*) i višestruka upotreba zemljišta (*multiple land use*), te kaskadni lanci (*cascading chains, biomass cascading*). Višeproizvodna i višestruka upotreba zemljišta definiše se kao upotreba zemljišta kojom se na jednom mjestu realizuje više od

---

<sup>12</sup> Da bi se pobudio razvoj novih izbojaka biljke se na kraju sezone u kojoj su zasađene ili u proljeće iduće godine čepuju, tj. prerezuju iznad zemlje. Kao reakcija na ovaj zahvat, iz panja se razvija veći broj izbojaka koji prirašćivanjem u visinu i u debljinu postaju snažni ogranci. Neke vrste drveća imaju sposobnost razvijanja većeg broja ogranaka (na primjer vrbe), dok je kod drugih ta osobina manje naglašena (na primjer kod topola).

<sup>13</sup> Hinchee et al., 2009.



jedne vrste proizvoda i/ili usluge. Kombinovanjem energetskih zasada sa drugim funkcijama može se postići više dodatne vrijednosti po jedinici površine i na taj način smanjiti troškovi proizvodnje. Detaljnom analizom literature i situacije na terenu, Londo (2002) je opisao nekoliko varijanti višestruke upotrebe zemljišta kod kultura kratkih ophodnji vrba na području Holandije. Ova rješenja nisu strogo specifična, pa se mogu primijeniti i u drugim područjima. Višeproizvodna upotreba zemljišta može se realizovati u kombinaciji sa vodozaštitnim i vodozahvatnim zonama, biljnim uređajima za prečišćavanje otpadnih voda, saniranjem i rekultivacijom jalovišta i dr. Koncept kaskadnih lanaca predstavlja sekvencijalno iskorišćavanje punog potencijala nekog energetskog zasada/usjeva kroz više materijalnih aplikacija.<sup>14</sup>

Sve prognoze govore da će potražnja za drvetom (i drugim oblicima biomase) i dalje rasti i da će taj rast biti još jači kada druga generacija agro-goriva postane komercijalno održiva i ekonomski privlačna. Biotehnoške kompanije, kompanije koje proizvode celulozu i drvenjaču i naftne kompanije udružuju milijarde dolara u zajednička istraživanja agro-goriva, uključujući i genetski modifikovano drveće. Čine se ogromni napori da se genetičim inženjeringom proizvedu mikroorganizmi sposobni da čvrstu biomasu pretvaraju u tečna goriva bez visoke temperature i pritiska, zatim da se proizvede genetički modifikovano drveće koje se lako pretvara u tečno gorivo, kao i da se razviju nove tehnologije termičke konverzije. U poređenju sa navedenim, sagorijevanje sječke i peleta u energanama i kotlovima toplana je primitivna i jeftina tehnologija.

Sektor drvne bioenergije još uvijek je mali u poređenju sa industrijom celuloze i papira, ali je gotovo sigurno najbrže rastuće tržište za drvo, koje će podići cijenu drveta širom svijeta i na taj način kulture kratkih ophodnji i sam koncept industrijske proizvodnje i iskorišćavnja biomase učiniti još profitabilnijim. Stvara se ili je već stvoreno novo svjetsko tržište za energetsko drvo.

### **SIROVINSKA BAZA I PROIZVODNJA ČVRSTIH BIOGORIVA U REPUBLICI SRPSKOJ**

Republika Srpska raspolaže značajnim šumskim fondom. Šume i šumska zemljišta u Republici Srpskoj zauzimaju preko 1,3 mil. ha, što čini oko 52 % njezine površine. S obzirom na oblik vlasništva najzastupljenije su državne šume na 982.468 ha (74,7 % površine), zatim privatne šume na 291.877 ha (22,2 %), nacionalni parkovi na 14.015 ha (1,1 %) i industrijske plantaže na 7.500 ha (0,6 %). Nisu zanemarive ni površine tzv. održaja (ranije – uzurpacija državnih šuma) na 17.972 ha (1,4 % površine).

Kada se posmatraju prirodne sastojine drveća i grmlja (koje su u manjoj ili većoj mjeri antropogeno uplvisane), najzastupljenija kategorija su visoke šume sa prirodnom obnovom; njihovo porijeklo je generativno (iz sjemena). One zauzimaju oko 46 % površina šuma i šumskih zemljišta u državnom i privatnom vlasništvu. Za njima dolaze izdanačke šume; njihovo

---

<sup>14</sup> Domburg i Faaij, 2002.

porijeklo je vegetativno (iz panja). One zauzimaju oko 30 % ukupno posmatranih površina. Šibljiaci i goleti participiraju sa oko 17,6 %, površine nepodesne za pošumljavanje sa oko 4,4 %, a degradirane šume sa oko 2 % od ukupno posmatranih površina (tab. 5).

Izdanačke šume su inferiorne u odnosu na visoke ekonomske šume po zalihi (tab. 6) i mnogim drugim obilježjima. Između ostalog, njihov životni vijek je kraći, zapremina stabala u doba sječive zrelosti je manja a vitalnost i zdravstveno stanje lošije. Sa jednog hektara izdanačkih šuma u RS u prosjeku se proizvede 0,97 m<sup>3</sup>/ha/god. šumskih drvnih sortimenata, a sa iste površine visokih ekonomskih šuma 3,25 m<sup>3</sup>/ha/god., odnosno 3,3 puta više.

Tabela 5: Struktura prirodnih sastojina drveća i grmlja u Republici Srpskoj, stanje na dan 31.12.2009. (Izvor podataka: Anon., 2010/1)

Visoke šume sa prirodnom obnovom (ha)					
Bukve	Jele i smrče, jele i smrče i bukve	Bijelog i crnog bora	Hrasta kitnjaka	Ostale	Ukupno
205.777	230.618	38.004	68.026	16.116	558.541
Visoke degradirane šume (ha)					
Bukve	Jele i smrče, jele i smrče i bukve	Bijelog i crnog bora	Hrasta kitnjaka	Ostale	Ukupno
16.161	0	0	8.706	557	25.424
Izdanačke šume (ha)					
Bukve	Hrastova	Mješovite	Ostale	Ukupno	
111.184	91.713	80.730	78.105	361.732	
Površine podesne za pošumljavanje (ha)					
Šibljiaci		Goleti		Ukupno	
97.796		115.503		213.299	
Površine nepodesne za pošumljavanje (ha)					
Šume nepodesne za gazdovanje		Krš i goleti	Čistine, komunikacije, prosjeke	Ostale neproduktivne površine	Ukupno
Visoke	Izdanačke				
12.840	11.135	24.292	3.671	1.507	53.429
Sve ukupno:					
1.212.425					

S obzirom na kvalitet, razlikuju se tri kategorije izdanačkih šuma: I - izdanačke šume sa kvalitetnim sastojinama na dobrom staništu, II - izdanačke šume sa nekvalitetnim sastojinama na dobrom staništu, III - izdanačke šume sa nekvalitetnim sastojinama na lošem staništu. Prema preliminarnim rezultatima Druge inventure šuma na velikim površinama u BiH (Anon, 2013/2), na I kategoriju otpada 6,2 % površine svih izdanačkih šuma u RS (6,5 % u

državnim a 6,0 % u privatnim šumama), na II kategoriju 34,1 % (28,9 % u državnim a 38,5 % u privatnim šumama) i na III kategoriju 59,7 % (64,6 % u državnim a 55,5 % u privatnim šumama). U odnosu na prosjek (119,3 m<sup>3</sup>/ha), zaliha u prvoj kvalitetnoj kategoriji je veća za 1,5 put, u drugoj kategoriji za 1,13 puta, dok je u trećoj kategoriji manja od prosjeka i iznosi 63,4 % od njegove vrijednosti.

Tabela 6: Distribucija izdanačkih šuma u Republici Srpskoj prema vrsti vlasništva, vrsti drveća i zalihi (Izvor: Anon, 2010)

Oblik vlasništva	Zastupljenost izdanačkih šuma prema vrsti drveća (ha)					Prosječna zaliha (m <sup>3</sup> /ha)	Ukupna zaliha (m <sup>3</sup> )
	Šume bukve	Šume hrasta	Mješovite šume	Ostale šume*	Ukupno		
Državne šume	72.185	62.362	20.802	21.965	177.314	113,7	20.160.601
Privatne šume	38.999	29.351	59.928	56.140	184.418	125,1	23.070.691
Ukupno	111.184	91.713	80.730	78.105	361.732	119,3	43.231.292

(\*) šume vrba, topola i joha

Šumske kulture u Republici Srpskoj zauzimaju površinu od oko 62.000 ha. One su dominantno izgrađene od četinarskih vrsta drveća. Najzastupljeniji su bijeli i crni bor, a za njima smrča i jela. Kulture lišćara nalaze se na svega 1.949 ha ili na oko 3 % površine totala (tab. 7). S obzirom na to, kao i na činjenicu da se u šumskim kulturama kod nas provode uzgojne mjere koje imaju za cilj njihovo prevođenje u visoke ekonomske šume, od njih ne treba očekivati da značajnije doprinesu povećanju obima proizvodnje čvrstih biogoriva.

Tabela 7: Zastupljenost šumskih kultura u Republici Srpskoj (Izvor podataka: Anon, 2010)

Vlasnici šumskih kultura	Zastupljenost vrsta drveća u šumskim kulturama (ha)					
	Smrče i jele	Bijelog i crnog bora	Ostalih četinara	Hrasta kitnjaka	Ostalih lišćara	Ukupno
RS	23.548	30.692	4.714	320	1.543	60.817
Privatna lica	314	431	272	1	85	1.103

U okviru fabrike celuloze „Incel“ iz Banje Luke, 1960. godine formirana je organizaciona cjelina „Industrijske plantaže“ na lokalitetima Dubrava, Kunova i Martinac, sa zadatkom da obezbijedi sirovinu za potrebe fabrike. Na nekadašnjem poljoprivrednom zemljištu (koje je bilo uglavnom pod voćnjacima) zasnovane su kulture brzorastućih domaćih i stranih vrsta četinara sa slijedećim relativnim učešćem: borovac (*Pinus strobus* L.) – 26,35 %, crni bor (*Pinus nigra* Arn.) – 21,05 %, bijeli bor (*Pinus silvestris* L.) 10,21

%, jela (*Picea abies* Mill.) – 8,41 %, evropski ariš (*Larix leptolepis* Lam.) – 13,2 %, japanski ariš (*Larix japonica* Gord.) -10,2 % i duglazija (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) – 9 %. Vremenom, nekadašnje poljoprivredne površine u potpunosti su poprimile izgled i obilježja visokih ekonomskih šuma sa jednodobnom sastojinskom strukturom (Ljubojević i sar., 2008).

U šumama Republike Srpske godišnje se proizvede oko 2,2 mil. m<sup>3</sup> različitih šumskih drvnih sortimenata, od čega oko 0,93 mil m<sup>3</sup> ogrevnog drveta (tab. 8). Ako se uvažuje relativni odnosi koji su ustanovljeni na nivou BiH, onda se godišnji napad šumskih ostataka u vidu komadnog otpada procjenjuje na oko 0,26 mil. m<sup>3</sup>, a pilanskog otpada u obliku piljevine i odrezaka na oko 0,41 mil. m<sup>3</sup>. Sve zajedno, potencijali sirovine za proizvodnju različitih čvrstih biogoriva u RS procjenjuju se na oko 1,6 mil. m<sup>3</sup>/god. (Ljubojević i Marčeta, 2008, 2011).

Opisane količine dendromase predstavljaju redovan (svako-godišnji) proizvod šumarstva i industrije za preradu drveta. Njima treba pridodati i oko 211.000 tona drvnih ostataka koji nastaju orezivanjem voća i oko 634.000 tona slame koja nastaje nakon žetve žitarica (Anon, 2009/1).

Strategija razvoja energetike RS<sup>15</sup>, između ostalog, ukazuje na činjenicu da sadašnja potrošnja drvene biomase za sagorijevanje iznosi 16,9 PJ ili oko 92 % raspoloživog potencijala na teritoriji RS. To znači, da se bez zasnivanja novih zasada ne može računati na dalje povećanje iskorišćavanja drvene biomase, a da se ne ugrozi stabilnost šumskih ekosistema. Određeno, ali ne značajno povećanje nivoa iskorišćenosti postojećih prirodnih resursa može se postići uvođenjem efikasnijih peći i kotlovnica na drvo, što je vezano za određena investiciona ulaganja (Anon, 2012/2).

U Strateškom planu ruralnog razvoja RS zacrtan je strateški cilj „Očuvanje prirode i racionalno gazdovanje prirodnim resursima“, u okviru kojeg je definisan specifični cilj „Održivo gazdovanje seoskim životnim prostorom“, za čiju realizaciju je predviđena mjera: „Proizvodnja bioenergenata“ (Anon, 2009/1). Strategija razvoja šumarstva Republike Srpske predviđa podizanje energetskih plantaža, zasada brzorastućih vrsta drveća, kratke ophodnje, za potrebe alimentacije drvene biomase, različite upotrebne vrijednosti.<sup>16</sup> Strategija zaštite prirode RS promovise i podstiče održivo korišćenje prirodnih resursa i alimentacije drvene biomase, različite upotrebne vrijednosti (Karadžić, Ljubojević, i dr., 2012), kao i smanjivanje pritisaka na biološku i geološku raznovrsnost RS kao svoje fundamentalne ciljeve (Anon, 2008).

---

<sup>15</sup> „Strategija razvoja energetike Republike Srpske do 2030. godine“ nije posvetila dovoljnu pažnju proizvodnji čvrstih biogoriva. Zapravo, pojam čvrstih biogoriva nije ni korišćen, već je umjesto njega upotrebljavan šire strukturirani termin „biomasa“. Biomasi kao sinonimu za čvrsta biogoriva posvećeno je svega 10 redova teksta (str. 47). Također, autorima Strategije je promaklo da je EU 2009. godine donijela „Direktivu 20-20-20“ o promociji i iskorišćavanju obnovljivih izvora energije. Inače se Strategija, poslije Mirosavljevog jevanđelja, smatra najskupljom knjigom na srpskom jezičnom području, budući da je plaćena 680.000 KM.

<sup>16</sup> Karadžić, Ljubojević, i dr., 2012.

Tabela 8: Obim i asortiman proizvodnje šumskih drvnih sortimenata u prirodnim sastojinama u RS (Izvor: Anon, 2010/1)

Kategorija šuma/vrsta sječa		Trupci	TT stubovi	Rudno d. i ostala obl.	Celulozno drvo	Ogrevno drvo	Ukupno
<b>DRŽAVNE ŠUME</b>							
Visoke šume sa prirodnom obnovom		780.600	1.635	31.791	203.745	566.969	1.584.740
Visoke degradirane šume		625	0	8	338	16.196	17.157
Izdanačke šume		9.048	77	1.032	2.662	67.602	80.421
Ukupno	m <sup>3</sup> /god.	790.273	1.712	32.831	206.745	650.767	1.682.328
	%	47,0	0,1	1,9	12,3	38,7	100
<b>PRIVATNE ŠUME</b>							
Visoke šume		123.916	950	14.464	7.169	83.057	229.556
Izdanačke šume		71.140	0	6.025	5.053	190.123	272.341
Slučajni užici		10.247	114	1.458	473	6.278	18.570
Ukupno	m <sup>3</sup> /god.	205.303	1.064	21.947	12.695	279.458	520.467
	%	39,4	0,2	4,2	2,4	53,8	100
<b>SVE UKUPNO</b>							
m <sup>3</sup> /god.		995.576	2.776	54.778	219.442	930.225	2.202.795

Potencijalan izvor dendromase predstavljaju i naše izdanačke šume (tab. 6). Čistom sječom onog dijela izdanačkih šuma kojeg čine nekvalitetne sastojine na lošim staništima u RS (215.954 ha) i njihovom direktnom konverzijom u viši uzgojni oblik, teoretski bi se moglo jednokratno osloboditi oko 16,26 mil. m<sup>3</sup> drvene mase (215.954 ha x 75,64 m<sup>3</sup>/ha). Drugo je pitanje da li bi takva mjera bila ekonomski održiva, s obzirom na nizak kvalitet i tržišnu vrijednost pridobijene dendromase, sa jedne strane, te visoke troškove proizvodnje uvećane za cijenu biološke reprodukcije, sa druge strane. U odnosu na ekonomski, mnogo je važniji ekološki aspekt. Naime, direktnom konverzijom se uklanjaju sva stabala izdanačke šume, a uticaj iste na vodni režim naročito je izražen, ukoliko se ova gazdinska mjera provodi na velikim površinama. To može dovesti do akvatične erozije tla, sa nesagledivim posljedicama ne samo po šumski ekosistem, već i po njemu gravitirajuću životnu sredinu (Ljubojević, 2014).

## SIROVINSKA BAZA I PROIZVODNJA ČVRSTIH BIOGORIVA U BOSNI I HERCEGOVINI

Najvažnija sirovina za proizvodnju čvrstih biogoriva u BiH za sada je šumska biomasa, i to kao ogrevno drvo i kao šumski ostatak, te drvni otpad iz drvoprerađivačke industrije. Godišnje se u BiH posiječe oko 4,4 mil. m<sup>3</sup> drvne mase i iz nje izradi oko 3,7 mil. m<sup>3</sup> različitih drvnih sortimenata, od čega je oko 2,4 mil. m<sup>3</sup> drveta za tehničku upotrebu i celuloznog drveta, te oko 1,3 mil. m<sup>3</sup> ogrevnog drveta (Jovanović et al., 2008). Nakon realizacije, u šumi ostaje oko 0,5 mil. m<sup>3</sup> šumskih ostataka u vidu komadnog otpada (tab. 9). Pimarnom preradom drveta za tehničku upotrebu i malog dijela celuloznog drveta nastaje oko 0,77 mil. m<sup>3</sup> pilanskog otpada u vidu odrezaka i piljevine. Prema tome, Bosni i Hercegovini svake godine stoji na raspolaganju oko 2,6 mil. m<sup>3</sup> šumske dendromase kao potencijalne sirovine za proizvodnju različitih čvrstih biogoriva.

Tabela 9: Godišnji napad šumskih ostataka i pilanskog otpada u BiH (prema Anon, 2011)

Porijeklo drvnih ostataka	Kategorija drvnih ostataka	Vrsta drveta	Količine	
			m <sup>3</sup> /god.	t/god
Šumski ostatak	Komadni otpad	Lišćari	295.529	212.781
		Četinari	202.866	91.290
		Ukupno	498.395	304.071
Pilanski otpad	Piljevina	Lišćari	283.300	203.976
		Četinari	145.227	65.352
	Odresci	Lišćari	212.475	152.982
		Četinari	145.227	65.352
	Ukupno	766.229	485.662	
Sveukupno			1.284.624	791.733

### MOGUĆNOSTI PROŠIRENJA SIROVINSKE BAZE

Osim iz prirodnih šumskih sastojina, Republika Srpska i BiH u cjelini, raspolazu sa značajnim prostornim potencijalima za zasnivanje kultura kratkih ophodnji drveća i grmlja, u prvom redu bagrema, topola i vrba, te intenzivnih zasada energetskih trava, sa naglaskom na divlje proso, kinesku srebrnu travu, miskantus, tokavicu i veliku trsku (Ljubojević, 2015). Potencijalno povoljne površine za uzgoj ovih vrsta su sva napuštena zemljišta i zemljišta lošijih boniteta, na kojima uzgoj konvencionalnih poljoprivrednih usjeva nije moguć ili nije isplativ, kao i šumska zemljišta na kojima konfiguracija tla dozvoljava provođenje savremenih agrotehničkih mjera.

Potencijalno povoljne površine za uzgoj velike trske (*Arundo donax*) nalaze su južnom dijelu Hercegovine. Tokavica (*Phalaris arundinaceae*) se u našim krajevima javlja kao samonikla vrsta, najčešće vezana za vlažna staništa. Između ostalog, registrovana je u higrofilnim zajednicama *Polygono-Bidentetum tripartitae* (W. Koch) Lohm. i *Xanthieto riparii* – *Chenopodietum*

*rubri* Lohm et Walth. Za sada ne raspolažemo sa podacima o njenim prinostima u našem podneblju, bilo u divljini bilo u kulturi. U slučaju introdukcije stranih kultivara, treba biti oprezan, s obzirom da se najveće površine pod tokavicom u Evropi nalaze u skandinavskim i baltičkim zemljama, na geografskim širinama iznad 55°N. Njihov reprodukcioni materijal prilagođen je na niske temperature, uključujući i smrzavanje tla, uz istovremeno duge periode obdanice u vrijeme mirovanja vegetacije. Republika Srpska također nema dovoljno vlastitih iskustava u proizvodnji miskantusa (*Miscanthus x giganteus*) koja bi se mogla neposredno koristiti kao uporište prilikom definisanja lokaliteta za komercijalne zasade. Srbija raspolaže sa određenim iskustvima, ali samo na nivou ogleda. Slična situacija je u Hrvatskoj. Na bazi dostupnih literaturnih izvora, vlastitih saznanja stečenih studijskim boravcima u inostranstvu i vizuelnih opservacija terena, kao potencijalni lokaliteti za zasnivanje plantaža miskantusa mogu se generalno preporučiti šira priobalna područja rijeka koja pripadaju crnomorskom slivu i sve one površine na kojima može da uspijeva kukuruz. U odnosu na svog srodnika, kineska srebrna trava (*Miscanthus sinensis*) može da se sadi i na nešto višim nadmorskim visinama i na suvljim položajima. Divlje proso (*Panicum virgatum*) u odnosu na posmatrane vrste ima najmanje izražene zahtjeve prema uslovima staništa, pa njegova sadnja dolazi u obzir i na zemljištima nižih boniteta, uključujući marginalna tla i deposole.

### ZAKLJUČCI

- Najveći značaj među obnovljivim izvorima energije u svijetu i u zemljama EU imaju biomasa i otpad iz obnovljivih izvora, a zatim hidroenergije, dok je u BiH obrnuta situacija. Geotermalna, solarna i energija vjetra u današnjem vremenu su inferiorne u odnosu na biogoriva uprkos javne predodžbe da se obnovljivi izvori energije baziraju na vjetro-turbinama i na solarnim panelima.
- Svjetska trgovina čvrstim biogorivima doživljava snažan rast u zadnjih 15 godina, a glavni region međunarodne trgovine je Evropa, gdje se odvija 2/3 svjetske trgovačke razmjene.
- Postoje različiti pogledi na značaj biogoriva i načine povećanja obima njihove proizvodnje u narednim dekadama. Predviđanja govore da će energija iz obnovljivih izvora i nuklearna energija imati najveće stope rasta. Uprkos tome, fosilna goriva će nastaviti da obezbjeđuju gotovo 80 % svjetskih energetske potrebe do 2040, što će dovesti do daljeg rasta emisije CO<sub>2</sub>.
- Zemlje EU i SAD imaju ozbiljne planove vezane za proizvodnju i upotrebu čvrstih biogoriva i biogoriva u cjelini (uključujući tečna i gasovita) u narednim dekadama. To se ne može reći i za RS i BiH, u čijim sektorskim strategijama su čvrsta biogoriva marginalno zastupljena.
- Sadašnja potrošnja drvne biomase za sagorijevanje u RS dostiže oko 92 % raspoloživog potencijala, što znači da se bez zasnivanja novih zasada ne može računati na dalje povećanje obima proizvodnje, a da se ne ugrozi stabilnost šumskih ekosistema. Direktnom konverzijom izdanačkih šuma u viši uzgojni oblik, teoretski bi se mogle jednokratno osloboditi značajne količine dendromase. Međutim, jedna takva gazdinska mjera mogla bi dovesti do akvatičnih erozija tla, sa nesagledivim posljedicama ne samo po šumski ekosistem, već i po njemu gravitirajuću životnu sredinu.

**ECONOMIC AND ECOLOGICAL IMPORTANCE OF SOLID BIOFUELS IN OUR COUNTRY AND WORLD WIDE****Professor Srđan Ljubojević PhD**

**Abstract:** A common belief that solid biofuels represent a viable alternative to fossil fuels and climate change mitigation is acknowledged. The paper presents types of solid biofuels according to relevant national and international standards. The present importance has been elaborated, thus anticipated the future importance in the overall production and trade of energy in the world, the EU and in our country. Particular emphasis is placed on new trends and concepts in the production and trade of solid biofuels. Furthermore the analysis of raw material base of the Republic of Srpska (RS) and Bosnia and Herzegovina (B&H) with indicated direction of its possible expansion by establishing short rotation coppices (black locust, poplar and willow) and intensive plantations of energy grasses (Chinese silver grass, giant reed, miscanthus, reed canary grass, switchgrass). Within this topic, the presence of solid biofuels in the sectoral strategies of RS was examined. In the end, the environmental risks in case of intensification of exploitation of our forest ecosystems were specified.

**Keywords:** *solid biofuel production, RS, B&H.*

**LITERATURA**

1. Anonymus (2008): Strategija zaštite prirode Republike Srpske, Vlada Republike Srpske, 1-171.
2. Anonymus (2009): Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance), European Commission Brussels, Belgium, 2009, 47.
3. Anonymus (2009/1): Strateški plan ruralnog razvoja Republike Srpske za period 2009 – 2015, Vlada Republike Srpske, 1-260.
4. Anonymus (2010): Godišnja analiza aktivnosti korisnika šuma i šumskih zemljišta u svojini Republike, sa ocjenom rada i prijedlogom mjera u pogledu njihovog daljeg korišćenja sa kratkim prikazom stanja šuma i šumarstva Republike Srpske 2009. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede i Agencija za šume, Banja Luka, 1-45.
5. Anonymus (2010/1): Global wood fiber market update – 4<sup>th</sup> quarter 2009. Wood Resource Quarterly. Wood Resources International, 1-48.
6. Anonymus (2011): Analiza potencijala drvnih ostataka u BiH, s posebnim fokusom na opštine Srebrenica, Bratunac i Milići, Gef., UNDP, 1-16.
7. Anonymus (2012): IEA Statistics. Renewables Information 2012, IEA, 1-482.
8. Anonymus (2012/1): Strategija razvoja energetike Republike Srpske do 2030. godine, Vlada Republike Srpske, 1-91.
9. Anonymus (2013): 2012 Global forest products facts and figures, FAO Forest products statistics, 1-17.
10. Anonymus (2013/1): International energy outlook 2013, EIA, 1-312.
11. Anonymus (2013/2): Inventura šuma Republike Srpske, rezultati druge inventure šuma na velikim površinama, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 1-364.
12. Bauen A. et al. (2009): Bioenergy – a sustainable and reliable energy source, A review of status and prospects, IEA Bioenergy, 1-12.



13. Dornburg, V., Faaij, A. (2002): Cascading of short rotation poplar wood, cost and CO<sub>2</sub> emission reduction with regard to land demand – preliminary results, 12<sup>th</sup> European Biomass Conference, Amsterdam 2002, Contributions of Utrecht University Copernicus Institute Science Technology and Society, 1-4.
14. El-Bassam, N. (1996): Performance of C4 plant species as energy sources and their possible impact on environment and climate. In: Chartier, P., Ferrero, G.L., Henius, U.M., Hultberg, S., Sachau, J. and Wiinblad, M. (eds), Biomass for Energy and the Environment – Proceedings of the 9<sup>th</sup> European Bioenergy Conference, 24- 27 June 1996, Copenhagen, Denmark, Elsevier Science Ltd. Oxford, 1, 42- 47.
15. Ernsting, A. (2010): Plantation expansion and forest degradation for wood bioenergy in Europe. In: Wood-based bioenergy: the green lie, Global Forest Coalition, 4-11.
16. Hinchee, M. et al. (2009): Short-rotation woody crops for bioenergy and biofuels applications. In Vitro Cellular and Developmental Biology, Vol. 46 (6), 619-629.
17. Jeppe, B. et al. (2011): Biomass 2020: opportunities, challenges and solutions, Eurelectric, Brussels, 1-71.
18. Jovanović, B., Musić, J., Lojo, A. (2008): Energetski potencijali drvne biomase u Bosni i Hercegovini, Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu, br. 1. 91-98.
19. Karadžić, D., Ljubojević, S. i dr. (2012): Strategija razvoja šumarstva Republike Srpske za period od 2011. do 2012. godine. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, 1-72.
20. Lamers, P. et al. (2012): Developments in international solid biofuel trade – an analysis of volumes, policies, and market factors. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 3176-3199.
21. Lamers, P. et al. (2012/1): Global wood chip trade for energy, IEA Bioenergy, 1-20.
22. Lewandowski, I., Kicherer, A., Vonier, P. (1995): CO<sub>2</sub> - balance for the cultivation and combustion of *Miscanthus*. Biomass and Bioenergy, 8, 81-90.
23. Londo, M. (2002): Willow short rotation coppice in multiple land use systems: A survey of potentials in the Netherlands, 12<sup>th</sup> European Biomass Conference, Amsterdam, 1-4.
24. Ljubojević, S. i sar. (2008): Kompleksno iskorišćavanje biomase četinarskih kultura (Bijeli bor -*Pinus silvestris* i crni bor - *Pinus nigra*), Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci i Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 1- 86.
25. Ljubojević, S. Marčeta, D. (2009): Bilansiranje sirovine koja može da posluži za proizvodnju briketa – studij slučaja na primjeru Sokoca, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, 10, 63-75.
26. Ljubojević, S., Marčeta, D. (2011): Šumska biomasa kao obnovljivi energetski izvor u R. Srpskoj – stanje i perspektive, *Zbornik radova*, Međunarodni naučni skup «Obnovljivi izvori energije i održivi razvoj», Univerzitet Apeiron, 02-03.06.2011, Banja Luka, 119-136.
27. Ljubojević, S. (2014): Gospodarenje šumama posebne namjene, Univerzitet u Bijaću, Biotehnički fakultet, Odsjek Šumarstvo, skripta, 1-191.
28. Ljubojević, S. (2015): Čvrsta biogoriva – Sirovinska osnova –Standardi – Proizvodnja – Ekološki obziri, Nezavisni univerzitet Banja Luka, u štampi, 1-236.

29. Perlack, R.D., Stokes, B.J. (2011): U.S. Billion-Ton Update : Biomass Supply for a Bioenergy and Bioproducts Industry, Oak Ridge National Laboratory, 1-227.
30. Vakkilainen, E., Kuparinen, K., Heinimö, J. (2013): Large industrial users of energy biomass. IEA Bioenergy, 1-55.
31. Walmsley, J.D., Godbold, D.L. (2010): Stump harvesting for bioenergy: A review of the environmental impacts, *Forestry* 83 (1), 17-38.