

# Šumske kulture kao obnovljivi izvor energije

Alen Gačić<sup>1</sup>, Zoran Govedar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JPŠ Šume Republike Srpske, ŠG „Borja“ Teslić

<sup>2</sup>Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska

[alen.gacic@gmail.com](mailto:alen.gacic@gmail.com), [zoran.govedar@sf.unibl.org](mailto:zoran.govedar@sf.unibl.org)

**Sažetak-** Sve veći zahtjevi i potreba za energijom doveli su čovječanstvo u situaciju da se moraju tražiti alternativni izvori energije. Biomasa je jedan od izvora energije koji će u budućnosti imati prioritetu ulogu u odnosu na već iscrpljene izvore energije. Šumske kulture, iako trenutno sa malim procentom učešća (5,47%) u ukupnoj površini zemljišta pod šumom, predstavljaju izvor sirovine za proizvodnju biomase. U ovom radu izložena je trenutna problematika gazdovanja ovim tipom šuma, a ujedno i putokaz za dobijanje sirovine za proizvodnju energije. Neophodno i nužno je sprovoditi proredne sječe u šumskim kulturama, ne samo što se dobija određena korist u vidu biomase, već se utiče na skraćenje ophodnje, stvaraju se stabilnije i otpornije šume i poboljšavaju se i sve druge opštekorisne funkcije šuma. Takođe, veliko učešće visokih degradiranih šuma (1,95%), izdanačkih šuma (21,27%), površina podesnih za pošumljavanje (16,68%) i usurpacija (1,95%), predstavlja polaznu osnovu za pretvaranje neproduktivnih šuma u šumske kulture, koje bi uz korektan i adekvatan pristup, bile izvor sve većim zahtjevima za biomasu u budućnosti a ujedno i rasterećenje prirodnih šuma.

**Ključne riječi – biomasa; šumske kulture; proredne sječe; mjere njege;**

## I. UVOD

Značaj šumske biomase kao obnovljivog izvora energije ukazuje na potrebu poznavanja kontinuiteta gazdovanja šumama (kontinuiteta prihoda i produkcije) kao osnovnog principa u šumarstvu, starog više od 200 godina. U novije vrijeme uvažavajući i druge funkcije šuma (ekološke i socijalne) ovaj princip se izražava kroz održivi razvoj šuma i u kontekstu obnovljivog izvora sirovine uz optimalno korišćenje potencijala šuma i šumskih staništa. Energetski potencijal neiskorišćene drvne biomase u svijetu 1987. godine iznosio je 1,2 milijarde tona ekvivalenta nafte godišnje [1]. Gajenje bioenergetskih plantaža kao šuma posebne namjene ima za glavni cilj proizvodnju obnovljivog izvora energije (biomase) čijim će korišćenjem u procesu sagorijevanja emisija gasova koji izazivaju efekte staklene baštne biti na ekološki prihvatljivom nivou, odnosno neće uzrokovati otopljanje klimata [2]. Šumska biomasa predstavlja potencijalni izvor energije koja se može dobiti kao toplotna, kogeneracijska, trigeneracijska i biogas [3]. Trupci, kao glavni šumski drveni sortimenti, ekonomski gledano, nisu isplativi da se koriste za proizvodnju energije. Šumska drvena biomasa u vidu ogrevnog

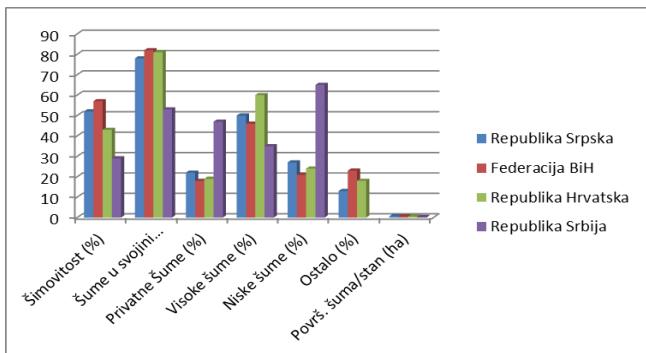
drveta, otpada od sječe stabala, otpada iz drvene industrije i dr. može biti važna sirovina za dobijanje energije. Savremeno doba zahtijeva gajenje tzv. energetskih plantaža i kultura kao specijalizovanih objekata za obnovljive izvore energije. To su intenzivno gajene sastojine (šume) iz kojih je cilj dobiti što veću količinu drvene zapremeine za što kraće vrijeme i uz što manje troškove. Zbog toga se ove sastojine osnivaju od tzv. brzorastućih vrsta drveća (topola, vrba, bagrem i dr.), a zbog toga što one imaju specifičan proizvodni cilj one se nazivaju i šumama posebne namjene. Evidentne su prednosti šumske biomase kao izvora energije i scenario opravdanosti njenog korišćenja do 2050. godine [4]. Iako Bosna i Hercegovina u regionu (Hrvatska, Crna Gora i Srbija) najmanje koristi biomasu kao izvor energije [5], opravdanost korištenja biomase kao izvora energije uočljiva je u Republici Srpskoj (gradske toplane u Gradišci i Banjoj Luci na bazi piljevine i pilanskog otpada, drvena sječka i dr.). Korišćenje šumske biomase kao obnovljivog izvora energije, dolazi do izražaja u svim kategorijama šuma [6] i u raznim oblicima sječa jer sa ekonomskog aspekta postoji mogućnost iveranja šumskog otpada kada se koriste najlošiji sortimenti koji inače imaju najmanju ekonomsku vrijednost. Šumske kulture u Republici Srpskoj (površine oko 65.000 ha) osnivane su uglavnom od četinarskih vrsta drveća (preko 95 %) a one predstavljaju značajan potencijal za korišćenje šumske biomase zbog velikog učešća grana i četina. Višegodišnje bioenergetske kulture, pored uticaja na tokove CO<sub>2</sub> i drugih plinova, povećavaju biodiverzitet, smanjuju pritisak na prirodne šume, poboljšavaju vodosnabdijevanje, stabiliziraju tlo (erozija), smanjuju transport hranjivih tvari, a za svoj uzgoj traže manje pesticida i herbicida. Cilj ovog rada je da se ukaže na mogućnosti korišćenja biomase iz šumskih kultura u svrhu proizvodnje energije.

## II. DRVNA BIOMASA IZ ŠUMSKIH KULTURA KAO IZVOR ENERGIJE

Potencijal šumskog fonda BiH u odnosu na zemlje u okruženju je značajan u pogledu šumovitosti, zapremine i godišnjeg prirasta (Tabela 1.; Sl. 1.).

TABELA 1. Uporedni pokazatelji šumskog fonda entiteta BiH sa državama u okruženju (FAO, 2015)

|                                    | Republika Srpska | Federacija BiH | Republika Hrvatska | Republika Srbija |
|------------------------------------|------------------|----------------|--------------------|------------------|
| Šumovitost (%)                     | 52               | 57             | 43                 | 29               |
| Šume u svojini država/entiteta (%) | 78               | 82             | 81                 | 53               |
| Privatne šume (%)                  | 22               | 18             | 19                 | 47               |
| Visoke šume (%)                    | 50               | 46             | 60                 | 35               |
| Niske šume (%)                     | 27               | 21             | 24                 | 65               |
| Ostalo (%)                         | 13               | 23             | 18                 | -                |
| Povr. šuma/stan. (ha)              | 0,7              | 0,6            | 0,5                | 0,3              |



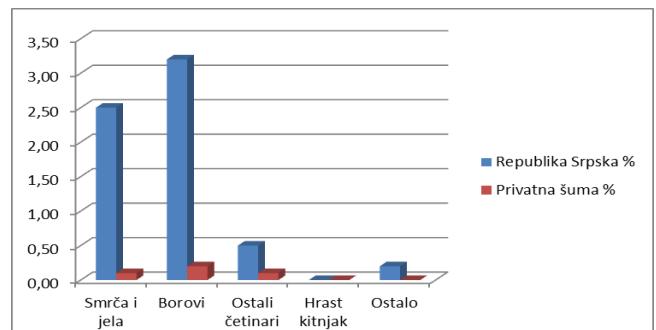
Sl. 1. Uporedni pokazatelji šumskog fonda entiteta BiH sa državama u okruženju (FAO, 2015)

Tehnologija proizvodnje biomase za energiju je uglavnom razvijena u zapadnoevropskim zemljama, dok se kod nas tek počinje sa razvojem ovih tehnoloških sistema. Osnivanje bioenergetskih plantaža od brzorastućih vrsta drveća kao intenzivnih zasada omogućava stvaranje održivih i ekološki opravdanih izvora obnovljive energije i sirovine za industriju, čime se smanjuje pritisak na prirodne šumske resurse. Glavni cilj intenzivnog gazdovanja i ulaganja u osnivanje bioenergetskih zasada je dobijanje što većeg prinosa drvene mase, pa se zbog toga ove sastojine često nazivaju lignikulturama. Ovako osnovane sastojine imaju posebnu, specifičnu namjenu i spadaju u šume posebne namjene. Njihov značaj se ogleda i u smanjivanju negativnih efekata

„gasova staklene bašte“ (GHG-greenhouse gases) i otopljavanje klimata. Šumski fond Republike Srpske odlikuje se velikim površinama šumskih kultura (Tabela 2, Sl. 2), [7]-[8] koje nisu namjenski osnivane u ove svrhe i u kojima se nedovoljno provode šumskouzgojne mjere (prorede, orezivanje grana, ostaci nakon izrade šumskih drvnih sortimenata i dr.). One su uglavnom prepustene spontanom razvoju i iz njih bi se potencijalno mogla obezbjediti značajna količina sirovine za biomasu.

TABELA 2. Stanje šumskih kultura Republike Srpske (Strategija razvoja šumarstva RS, 2011)

| Kategorija šuma | Sastav vrsta drveća | Šume u svojini Republike Srpske |     | Privatne šume |     |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|-----|---------------|-----|
|                 |                     | Površina (ha)                   | %   | Površina (ha) | %   |
| Šumske kulture  | Smrča i jela        | 24,485                          | 2,5 | 308           | 0,1 |
|                 | Borovi              | 31,258                          | 3,2 | 432           | 0,2 |
|                 | Ostali četinari     | 4,834                           | 0,5 | 253           | 0,1 |
|                 | Hrasta kitnjaka     | 404                             | 0   | 1             | 0   |
|                 | Ostalo              | 1,768                           | 0,2 | 82            | 0   |
|                 | Ukupno              | 62,749                          | 6,4 | 1,076         | 0,4 |



Sl. 2. Stanje šumskih kultura Republike Srpske (Strategija razvoja šumarstva RS, 2011)

Šumske kulture se nalaze uglavnom u razvojnim fazama mladiča i letvenjaka (srednje dobi) jer su osnivane uglavnom šezdesetih i sedamdesetih godina prošloga vijeka. Često su ugrožene zbog neprovodenja mjeri njegove stradaju od abiotičkih faktora (Sl. 3). U njima je potrebno vršiti intenzivne prorede a prethodni prinos zbog relativno lošijeg kvaliteta bi se mogao koristiti kao sirovina za bioenergiju (Sl. 4).



Sl. 3. Štete od abiotičkih faktora



Sl. 5. Šumska kultura bagrema



Sl. 4. Biomasa iz šumske kulture smrče nakon proreda i orezivanja grana

Šumska drvna biomasa se trenutno kod nas najviše koristi kao ogrevno drvo za proizvodnju topotne energije, iako današnja tehnologija pruža mogućnosti za preradu drveta u različite proizvode koji imaju veću energetsku efikasnost. Ogrevno drvo za domaćinstva potiče uglavnom od lišćarskih vrsta (bukva, hrast, grab i dr.). Te vrste imaju različitu kaloričnu snagu i obično se ne koriste za osnivanje šumskih kultura i plantaže posebne namjene. Vrste drveća koje se koriste za energetske izdanačke plantaže klasifikovane su u sljedeće grupe:

- veoma pogodne: topola i vrba (i njihovi klonovi);
- provjerene: pajasen, brijest, jova, breza;
- perspektivne vrste, ali neprovjerene: lipa, vrste roda *Sorbus*.

To su energetske plantaže (lignikulture) koje se osnivaju kao kulture posebne namjene (Sl. 5), i one se odlikuju specifičnostima gajenja [9]:

- Gaje se u cilju povećanja produkcije drvne mase (biomase);
- Koriste se brzorastuće autohtone i alohtone vrste drveća;
- Osnivaju se, najčešće, selekcionisanim sadnim materijalom na zemljištima visokog proizvodnog potencijala;
- Gaje se u kratkoj ophodnji;
- Primjenjuju se intenzivne silvikulturne mjere.

### III. UTVRĐIVANJE KOLIČINA BIOMASE IZ ŠUMSKIH KULTURA

Nekoliko autora se bavilo različitim aspektima procjene energetskog potencijala šumske drvne biomase u Bosni i Hercegovini [10] ili njenim entitetima, te pitanjima energetskog potencijala obnovljivih izvora energije. Prosječna drvna zapremina kod šumskih kultura i vještački podignutih sastojina iznosi  $104,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ , a tekući zapreminske priраст iznosi u prosjeku  $6,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Prosječno po hektaru etat iznosi  $2,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Neprovođenjem mjera njege u vidu proreda godišnje ostaje neiskorišćeno oko  $380\,000 \text{ m}^3$  drvne mase. Prinos drvne mase u lignikulturama topola i vrba iznosi od 8 do 25 tona suve materije po hektaru godišnje. U njima se može ostvariti na kraju ophodnje zapremina i preko  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  i dobiti vrlo zadovoljavajuće dimenzije stabala, sa izraženom sposobnošću vegetativne regeneracije [11]. Vrbe su veoma pogodne za osnivanje lignikultura jer imaju visok sadržaj celuloze u drvetu, visoku produkciju, zapreminske prirost veći od  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  i ranu kulminaciju zapreinskog prirosta [12]. Bioenergetska plantaža uklanja se kada prinos biomase počne da

opada, a to je obično nakon 15 do 25 godina, jer je tada njeno dalje zadržavanje na istoj površini ekonomski neopravdano.

TABELA 3. Osnovni podaci o proizvodnosti sastojina vrbe i poljskog jasena u Srbiji

| Stanje                             | Starost sastojine (god.) | V ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) | Iv ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) | Dg (cm) | Hs (m) |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------|--------|
| Prirodne visoke sastojine vrbe     |                          | 198–333                   | 2,2–9,9                    |         |        |
| Vještački podignute sastojine vrbe |                          | 147–246                   | 4,7–10,9                   |         |        |
| Izdanačke sastojine vrbe           |                          | 199                       | 6,7                        |         |        |
| Poljskog jasena                    | 21                       | 224                       | -                          | 33,8    | 23,2   |

Kamion pun sjećke (drvnog čipsa) dobijenih od grana i ovršaka stabala iz kulture, neposredno nakon sjeće stabla sadrže najmanje 50 % od ukupne mase, tako da 20 tona utovarene biomase na kamionu je zapravo 10 tona suve materije, a 10 tona čini voda u biomasi. U procesu sagorjevanja ova masa bi imala energetski sadržaj oko 150 GJ.

Međutim, ukoliko bismo na isti kamion utovarili istu zapreminu drvnog čipsa ali ovaj put izrađenog na međustovarištu nakon što su grane i ovršci prethodno ostavljeni nekoliko sedmica da se prirodno isuše na oko 20 % sadržaja vlage, onda bi suva materija tovara ponovo iznosila 10 tona, ali učešće vode bi bilo svega 2,5 tona. U ovom slučaju je energetski sadržaj tovara veći i iznosio bi oko 175 GJ, a istovremeno je laganiji za transport. Takođe, samim tim što je suvlja, biomasa efikasnije sagorjeva. Prema tome, troškovi prevoza po energetskoj mjerenoj jedinici (GJ) su manji što je manji sadržaj vlage u biomasi.

U šumskim kulturama četinara danas postoji visokomehanizovani način sjeće i izrade šumskih drvnih sortimenata pomoću harvester-a. U zemljama u kojima je upotreba harvester-a najdalje otisla uglavnom se radi o jednodobnim sastojinama četinara kojima se gazduje prorednim i čistim sjećama. U čistim sjećama četinara harvesterom se ostvaruje godišnji učinak do  $40.000 m^3$  [13]. U cilju efikasnosti pri korišćenju biomase iz šuma razvijeni su specijalni harvesteri koji kombinuju sjeću, usitnjavanje i transport biomase za energiju. Takav je Valmet 801 Bioenergy Combi koji kombinuje harvester i iverać (Sl. 6.). Najefikasnija primjena mu je u proredama u plantažama.



Sl. 6. Valmet 801 Bioenergy Combi

Ogrevna vrijednost i sadržaj pepela kod različitih vrsta dveća kreće se u širokim granicama (Tabela 4).

TABELA 4. Ogrevna vrijednost po vrstama drveta

| Vrsta Drveta   | Ogrevna vrijednost              |                                |              |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
|                | 1m <sup>3</sup> zapremine (kWh) | po 1m <sup>3</sup> slož. (kWh) | po 1kg (kWh) |
| Breza          | 2700                            | 1900                           | 4,3          |
| Bukva, grab    | 2800                            | 2100                           | 4            |
| Hrast          | 2900                            | 2100                           | 4,2          |
| Jasen          | 2900                            | 2100                           | 4,2          |
| Jablan, topola | 1700                            | 1200                           | 4,1          |
| Brijest        | 2800                            | 1900                           | 4,1          |
| Vrba           | 2000                            | 1400                           | 4,1          |
| Smreka         | 2100                            | 1500                           | 4,5          |
| Bor, ariš      | 2300                            | 1700                           | 4,4          |
| Jela           | 2000                            | 1400                           | 4,5          |

Lignikulture kratkih ophodnji (kratkog produkcionog perioda) i specijalne namjene za proizvodnju šumske biomase za energiju imaju relativno visok sadržaj pepela jer se osnivaju od vrsta sa drvnom supstancicom bogatom hemijskim elementima i mineralima. Tako je maseni udio elemenata u absolutno suvoj biomasi u njima sledeći: C – 47 do 51 %, H – 5,8 do 6,7 %, O – 40 do 46 %, N – 0,2 do 0,8 %, S – 0,02 do 0,1 %, Cl < 0,05 %. Takođe je za ove kulture karakteristična donja ogrevna vrijednost koja se kreće od 18,6 do 19,2 MJ/kg a sadržaj pepela nakon izgaranja je oko 2,0 %. U novije vrijeme zagovara se osivanje kultura miskantusa (Sl. 7.) koji ima slične osobine u pogledu masenog udjela elemenata ali sa znatno većim učešćem sumpora i hlora ali mu je manja ogrevna vrijednost (17,6 MJ/kg) i znatno veći sadržaj pepela (3,9 %). Druga značajnija alohtona vrsta koja se nastoji gajiti je paulovnia (hibrid vrsta *tomentose* i *fortunei*) koja se smatra najbrže rastućom vrstom drveta u svijetu (Sl. 8.). Može imati tekući visinski prirast čak 6,0 m i za samo nekoliko godina (5-6 godina) dostići prsni prečnik oko 40 cm. Njene kulture se osnivaju između ostalog i zbog velike mogućnosti

apsorpcije CO<sub>2</sub> iz atmosfere (10 puta više od drugih drvenastih vrsta) u procesu fotosinteze pa su značajne za borbu protiv otopljavanja klimata odnosno sekvestraciju ugljenika. Kalorična vrijednost biomase od paulovnije je nešto veća od pedeset posto kalorične vrijednosti ugljena, ali je znatno manji zagađivač jer emituje manje sumpora. Njena ogrevna vrijednost suve drvne supstance je 17-19 MJ/kg, odnosno 4000-4500 kal/kg.



Sl. 7. Kultura miskantusa



Sl. 8. Plantaža Paulovnici

#### IV. DISKUSIJA

Podizanje kultura brzorastućih vrsta može imati opravdanje u slučajevima postojanja tržišta biomase, prihvatljive prodajne cijene i ograničenih troškova transporta (radijus do 30 km od instaliranog pogona korištenja biomase).

Iako postoje objektivna ograničenja koja otežavaju korištenje šumske biomase za energiju, ona ne predstavljaju neprelazne prepreke ali podrazumjevaju njihovo postepeno, sistematsko i dugoročno oticanje. Tako ŠPO kao planski dokumenti u šumarstvu za jedan uređajni period (10 godina), podrazumjeva planiranu realizaciju etata kako po

količini tako i po kvalitetu, na ŠPP uz poštovanje principa kontinuiteta gazzdovanja šumama. Pored navedenog potrebno je uskladiti s jedne strane proizvodnju biomase (uzgojno šumarstvo) uz prethodno razvijenu rasadničku proizvodnju (količina, kvalitet i vrsta sadnog materijala), prirodnu regeneraciju i njegu šuma (sistemi gazzdovanja šumama) sa kapacitetima i mogućnostima za korištenje šumske biomase za energiju, s druge strane. Intenziviranje korištenja šumske biomase podrazumjeva uvođenje modernih tehnoloških rješenja i mašina (harvesteri, forvarderi i dr.), za šta ne postoje adekvatni ljudski resursi za rukovanje ovim mašinama, a putna mreža je nezadovoljavajuća za njihovu intenzivnu primjenu.

Takođe, za razvoj korištenja šumske biomase za energiju potrebna su značajna finansijska sredstva kako za modernizaciju tehnoloških postupaka tako i za uzgoj postojećih i novih šuma koje bi bile namjenjene za proizvodnju biomase za energiju.

Pored prednosti upotrebe biomase, njeno korištenje je vezano i za nedostatke. Neki od njih su periodičnost u nastanku biomase, razuđenost u prostoru, otežano sakupljanje, velike investicije u opremu za skladištenje, nepovoljan oblik, visok sadržaj vlage i dr. Jedna od prepreka širem korištenju biomase je i nedostatak stručnog kadra iz ove oblasti (tehnologija prikupljanja i obrade stajnjaka, izgradnja postrojenja za proizvodnju i eksploataciju biogasa) i ekološka svijest stanovništva, koja je na niskom nivou. Ipak postrojenja za proizvodnju energije na osnovu šumske biomase mogla bi da predstavljaju budućnost za razvoj privrede Republike Srpske ako bi se dugoročno, studiozno i uz odgovarajuće realne investicije pristupilo realizaciji projekata proizvodnje i korištenja biomase za energiju.

Mjerama njege odnosno proredama u budućnosti bi doprinijeli popravljanju stanja, posebno kvaliteta i produktivnosti tih šuma u pretpostavljenoj dinamici na površini 2000 – 3000 ha/god.

Ovakvo stanje šumskih kultura, ukazuje na neminovnu činjenicu da je potrebno vršiti uzgojne zahvate, prije svega prorede, koje bi pored višestrukih pozitivnih stvari za samu kulturu, obezbijedili i biomasu za proizvodnju energije. Ima veliki broj površina koje ne koriste proizvodni potencijal na odgovarajući način i to treba da bude jedan od osnova za dobijanje biomase a ujedno i da se rasterete prirodne šume. Na takvim površinama formirati odgovarajuće šumske kulture koje bi mogle poslužiti u svrhu energetske proizvodnje.

## V. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja u ovom radu, može se zaključiti sledeće:

- Šumske kulture u Republici Srpskoj predstavljaju značajan izvor šumske biomase kao obnovljivog izvora energije.
- Biomasa iz šumskih kultura je relativno lošeg tehničkog kvaliteta i iz nje se danas uglavnom ne mogu dobiti šumski sortimenti visokog kvaliteta (pilanski trupci, furnirski i trupci za ljuštenje), već je to uglavnom sirovina lošijeg kvaliteta koja može da se koristi kao biomasa za prizvodnju energije.
- Biomasa iz šumskih kultura može se dobijati na osnovu realizacije uzgojnih mjera (prorede i orezivanje grana) u planskom obimu na ukupnoj površini oko 2000 ha godišnje u Republici Srpskoj.
- Potrebno je osnivati specijalizovane kulture i plantaže posebne namjene za proizvodnju šumske biomase za bioenergiju od brzorastućih vrsta (vrba, topola, paulownia i dr.) na odgovarajućim staništima.

## LITERATURA

- [1] Hakkila, P. (1987): Korišćenje biomase stabala iz prorednih sastojina (Utilisation of tree biomass from thinning assortments), Yugoslav agriculture-forestry centre, Utilisation of forest biomass for energetics, Information for technique and technology in forestry, Volume II, pages 7-18.
- [2] **Govedar, Z.**, Marčeta, D., Keren, S., Jokanović, D., Mićić, N., Đurić, G., Jotanović, S., Kondić, D., Bosančić, B., Radun, M., Pašalić, N., Granić, G., Jelavić, B., Kulišić, B., Vorkapić, V. (2015): Biomasa kao obnovljivi izvor energije. Univerzitet u Banjoj Luci, Institut za genetičke resurse, ISBN 978-99976-655-0-8, str. 1-143, Banja Luka.
- [3] Čupin, N., „Iskustva u korištenju šumske biomase“, Udruga za razvoj Hrvatske (URH), 2015.
- [4] Konrad, R., „Erfahrungen bei der Biomassenutzung zu energetischen Zwecken in Baden-Württemberg“, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2015.
- [5] Macura, A., „Framework conditions for biomass utilization“, Regional bioenergy workshop, 2015.

- [6] Vorkapić, A., „Korišćenje šumske biomase iz oplodnih seča u brdsko-planinskim uslovima“, JP „Srbijašume“ Beograd.
- [7] JPS „Šume Republike Srpske“, izvor Google
- [8] Program korišćenja šumske biomase iz šuma Republike Srpske, Banja Luka, 2013.
- [9] Govedar, Z., Krstić, M. (2016): Gajenje šuma posebne namjene. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Banja Luka.
- [10] Jovanović, B., Gurda, S., Musić, J., Bajrić, M., Lojo, A., Vojniković, S., Čabaravdić, A. „Šumska biomasa-potencijalni izvor obnovljive energije u Bosni i Hercegovini“, Šumarski fakultet univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2005.
- [11] Herpka, I. (1979): Ekološke i biološke osnove autohtonih topola i vrba u ritskim šumama podunavlja. Radovi, Institut za topolarstvo, knj. 7, Novi Sad.
- [12] Tomović, Z., Janjatović, G., Seratlić, B. (2007): Proizvodno-ekonomski potencijal topola i vrba u šumskom fondu javnog preduzeća „Vojvodinašume“. Šumarstvo, br. 3-4, str. 109-118.
- [13] Krpan A.P.B., T. Poršinsky (2004): Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača-2. dio: Djelotvornost harvester-a u kulturi mekih listača, Šumarski list, br. 5-6, (233-244).

## ABSTRACT

The increasing demands and need for energy are enough for humankind to find alternative energy sources. Biomass is one of the energy sources that will play a priority role in the future over already depleted energy sources. Forest crops, although currently with a small percentage (5.47%) of the total area lands under forest, are a source of raw material for biomass production. This paper presents the current problems of forest management, as well as a roadmap for obtaining raw materials for energy production. It is necessary to carry out deforestation in forest crops, not only gaining a certain benefit in the form of biomass, but also reducing the patency, creating more stable and resilient forests and improving all other generally useful forest functions. Also, the high percentage of high degraded forests (1.95%), coppice forests (21.27%), areas suitable for afforestation (16.68%) and usurpations (1.95%) is the starting point for the conversion of unproductive forests into forest crops, which, with a fair and adequate approach, would be a source of increasing demands for biomass in the future, as well as relieving natural forests.

*Keywords - biomass; forest cultures; logging; care measures;*

## Forest crops as a renewable energy source

Alen Gačić, Zoran Govedar

[alen.gacic@gmail.com](mailto:alen.gacic@gmail.com); [zoran.govedar@sf.unibl.org](mailto:zoran.govedar@sf.unibl.org)