

UDK: 630\*3

ISSN 1845-8815

# NOVA MEHANIZACIJA ŠUMARSTVA



Nova meh. šumar.

Godište (Volume) 34

2013



 HRVATSKE  
ŠUME

## Sadržaj – Contents

### Znanstveni radovi – Research articles

#### **Dinko Vusić, Željko Zečić, Zdravko Pandur, Luka Kasumović, Dalibor Šegota**

Pridobivanje drva u smrekovoj šumskoj kulturi – Sortimentna ili stablovna metoda? 1  
*Harvesting in Spruce Forest Plantation – Assortment or Full Tree Method?*

#### **Milorad Danilović, Dušan Stojnić, Vladislav Vasiljević, Dragan Gačić**

Biomass from Short Rotation Energy Plantations of Black Locust on Tailing Dump 11  
of »Field B« Open Pit in »Kolubara« Mining Basin  
*Korištenje biomase iz energijskih nasada bagrema*

#### **Zdravko Trajanov, Ljupcho Nestorovski, Pande Trajkov**

Optimization of Skidding Distances in Mountain Conditions with Different Skidding Devices 21  
*Optimizacija udaljenosti privlačenja u planinskim uvjetima s različitim sredstvima rada*

#### **Boštjan Hribernik, Igor Potočnik**

Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study 29  
*Otvaranje višefunkcionalnih privatnih šuma – studija slučaja*

#### **Dževada Sokolović, Muhamed Bajrić**

Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine 39  
*Forest Transportation Infrastructure in the Federation of Bosnia and Herzegovina*

#### **Jusuf Musić, Murčo Obućina, Safet Gurda, Velid Halilović**

Odnosi šumarstva i drvne industrije u Federaciji BiH 51  
*Relationship between Forestry and Wood Processing Industry in Federation of Bosnia and Herzegovina*

#### **Mario Šporčić, Josip Bartolčić, Venc Vondra, Matija Bakarić, Matija Landekić, Ivan Martinčić**

Ocjena revirnog sustava gospodarenja šumama u Hrvatskoj 61  
temeljem stavova šumarskih stručnjaka  
*Evaluation of Forest District Management System in Croatia Based on Attitudes of Forestry Experts*

#### **Fotografija na naslovnici (Cover photo)**

Iveranje na glavnom stovarištu (snimio: D. Vusić)  
*Chipping at the terminal (Photo: D. Vusić)*

Nova mehanizacija šumarstva priznati je časopis u međunarodnom okruženju, koji objavljuje znanstvene i stručne radove iz šumarskoga inženjerstva nastalih na osnovi teorijskih ili iskustvenih spoznaja. Časopis pokriva sve oblike i vrste istraživanja u šumarskom inženjerstvu, od osnovnih do primijenjenih.

Od godišta 1 do 25 časopis je tiskan pod naslovom »Mehanizacija šumarstva«.

Nova Mehanizacija Šumarstva is a refereed journal distributed internationally, publishing scientific and professional articles concerning forest engineering, both theoretical and empirical. The journal covers all aspects of forest engineering research, ranging from basic to applied subjects. From volumes 1 to 25 the journal were published under the title »Mehanizacija šumarstva«.

#### **Izdavači (Publishers)**

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb  
Forestry Faculty of Zagreb University, »Croatian forests« Ltd. Zagreb

#### **Izdavačko vijeće (Publishing Council)**

Milan Oršanić, Renata Pernar, Tibor Pentek, Ivan Pavelić, Ivan Ištók (all from Croatia)

#### **Uredničko vijeće (Editorial Board)**

Igor Anić, Saša Bogdan, Juro Čavlović, Vlado Goglia, Boris Hrašovec, Anamarija Jazbec, Ante P. B. Krpan, Josip Margaletić, Slavko Matić, Milan Oršanić, Renata Pernar, Dragutin Pičman, Marinko Prka, Stjepan Risović, Igor Stankić, Marijan Sušnjak, Željko Zečić (all from Croatia)

#### **Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board)**

Raffaele Cavalli (Italy), Woodam Chung (USA), Sophie D. Amours (Canada), Mehmet Eker (Turkey), Jörn Erler (Germany), Gergely Markó (Hungary), Hans Rudolf Heinemann (Switzerland), Dirk Jaeger (Germany), Radomír Klvač (Czech Republic), Boštjan Košir (Slovenia), Tadeusz Moskalik (Poland), Igor Potočnik (Slovenia), Hideo Sakai (Japan), Raffaele Spinelli (Italy), Karl Stampfer (Austria), Jori Uusitalo (Finland), Rien Visser (New Zealand)

#### **Adresa uredništva (Editor's Office)**

Svetošimunska 25, HR-10 000 Zagreb, P.O. Box 422, CROATIA  
Tel. + 385 (0)1 235-24-17  
Fax. + 385 (0)1 235-25-17  
e-mail: nms@sumfak.hr  
Internet: http://www.sumfak.hr/~nms

#### **Glavni urednici (Editors-in-Chief)**

Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky

#### **Odgovorni urednik (Editor)**

Željko Tomašić

#### **Tehnički urednik (Technical Editor)**

Mario Šporčić

#### **Mladi urednik (Junior Editor)**

Ivica Papa

#### **Savjetnik uredništva (Editorial Advisor)**

Dubravko Horvat

#### **Tehničko uredništvo (Technical Editorial Board)**

Kruno Lepoglavec, Dinko Vusić, Matija Landekić

#### **Jezični savjetnici (Linguistic Advisers)**

Branka Tafra (hrvatski)  
Maja Zajšek-Vrhovac (engleski)

#### **Časopis referiraju sekundarni časopisi**

(Articles are abstracted by or indexed in)  
CAB Abstracts, SCOPUS

#### **Svi se objavljeni članci recenziraju**

(All published papers have been reviewed)

#### **Časopis izlazi jednom na godinu**

(Single issues of journal are published annually)

#### **Naklada (Circulation): 400**

#### **Priprema sloga (Prepress)**

»Laser plus« d.o.o., Brijunska 1a, Zagreb

#### **Tisak (Press)**

»Denona« d.o.o., Getaldiceva 10, Zagreb

#### **Uređenje zaključeno (Preparation ended)**

29. 11. 2013.

Uz izdavača časopis sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske

#### **Pretpлата: 150 kn godišnje (tuzemno plaćanje)**

Primatelj: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,  
p.p. 422, HR-10002 Zagreb  
Žiro račun: 2360000-1101340148, poziv na broj: 2-02-01  
Kontakt: nms@sumfak.hr

#### **Subscription: 30 € per year**

Subscription payment on behalf of:  
Forestry Faculty of Zagreb University, P.O. Box 422  
HR-10002 Zagreb, CROATIA  
Swift Code: ZABA HR 2X, Account Number: 2500-03281485  
Details of Payment: 2-02-01  
Contact: nms@sumfak.hr



# Pridobivanje drva u smrekovoj šumskoj kulturi – Sortimentna ili stablovna metoda?

Dinko Vusić, Željko Zečić, Zdravko Pandur, Luka Kasumović, Dalibor Šegota

## Nacrtak – Abstract

Istraživanje je provedeno radi utvrđivanja ekonomskoga učinka zamjene djelomično mehaniziranoga sustava pridobivanja obloga drva sortimentnom metodom sustavom pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom u uvjetima neprorjeđivane šumske kulture obične smreke.

U sortimentnoj metodi (M1) stabla su nakon obaranja izrađena u drvene sortimente (oblo drvo) koji su privučeni na pomoćno stovarište, a u stablovnoj metodi (M2) stablovina je nakon obaranja stabala privučena na pomoćno stovarište i naknadno iziverana. Ručno-strojna sječa i izrada stabala obavljena je motornom pilom, a privlačenje je obavljeno skiderom. Sustav pridobivanja drva stablovnom metodom upotpunjen je iveračem za izradu drvene sječke na pomoćnom stovarištu.

Sinergija zakonitosti obujma komada i zakonitosti vrste proizvoda očita je u sustavu pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom. Izostanak kresanja grana, prikrajanja, trupljenja i preuzimanja uvojetovao je značajno smanjenje utroška efektivnoga vremena po stablu, ali i izradu jednakovrsnih poluproizvoda (stablovine) relativno velikoga obujma komada. Isto je omogućilo povećanje proizvodnosti privlačenja skiderom, a izradu krajnjega proizvoda svelo na postupak iveranja. Zbog navedenoga je istraživani sustav pridobivanja drvene sječke poprimio značajke visoko mehaniziranoga sustava. Tako postignuta racionalizacija rada rezultirala je smanjenjem troškova podsustava ručno-strojne sječe i izrade i troškova podsustava privlačenja u tolikoj mjeri da je omogućeno uvođenje iverača u sustav pridobivanja uz istodobno smanjenje ukupnoga troška sustava za prosječno 7,16 % u usporedbi sa sustavom pridobivanja oblovine sortimentnom metodom.

Sustav pridobivanja oblovine sortimentnom metodom omogućuje ostvarivanje dobiti u uvjetima istraživane sječine do zaključno 590 m udaljenosti privlačenja, uz pretpostavku postojanja potražnje za stupovima za vodove na tržištu. Na istoj udaljenosti privlačenja sustav pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom može konkurirati sustavu pridobivanja oblovine sortimentnom metodom kada cijena drvene sječke, kakvoće P45B, M55, A5.0, proizvedene od smrekove stablovine, premaši 421,38 kn/t standardno suhe drvene sječke. U slučaju nepostojanja potražnje za stupovima za vodove pridobivanje drva sortimentnom metodom u uvjetima istraživane sječine rezultirat će novčanim gubitkom na svim promatranim udaljenostima privlačenja.

Kao alternativu sustavu pridobivanja oblovine sortimentnom metodom, u uvjetima istraživane sječine, s troškovnoga je aspekta pogodnije koristiti sustav pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom, ali treba imati na umu da će ekonomska isplativost navedenoga sustava uvelike ovisiti i o mogućnosti postizanja odgovarajuće cijene za proizvedenu drvenu sječku.

*Ključne riječi:* jedinični trošak, oblo drvo, drvena sječka

## 1. Uvod – Introduction

Povijest smrekovih šumskih kultura u Republici Hrvatskoj može se, s obzirom na njihov položaj u šumarskoj strategiji, podijeliti na tri jasno odvojena

razdoblja u kojima vladaju bitno različiti koncepti gospodarenja tim sastojinama (Vusić 2013).

Planski rad na povećanju udjela četinjača u šumskom fondu Hrvatske započeo je oko 1960. godine

(Oršanić 1994). Šumske se kulture uglavnom osnivaju namjenski radi osiguranja kontinuirane dobave sirovine drvnjoj industriji, najčešće tvornicama za preradu celuloze i proizvodnju papira. Osnovni je cilj proizvodnja što veće količine drva po jedinici površine u što kraćem vremenu (Mudrenović i Bajić 1985). S obzirom na to određena je ophodnja i propisani su intenzitet i načini provođenja proreda.

Tek u razdoblju kada većina novopodignutih šumskih kultura dolazi u dob prve prorede do punoga izražaja dolazi problematika pridobivanja drva. Izostanak potpunoga mehaniziranja radova sječe i izrade uvjetuje jedinične troškove koje proizvedeno celulozno drvo teško može pokriti prodajnom cijenom. Osim toga, tvornice za preradu celuloze smanjuju proizvodnju, a pojedine i prestaju raditi pa se potražnja za celuloznim drvom smanjuje. Zbog toga se prve prorede uglavnom odgađaju, a šumske se kulture nastavljaju spontano razvijati. Pojedina stabla odumiru, a drvena se zaliha većinom akumulira na velikom broju tankih stabala. Nakon toga u namjenski podignutim šumskim smrekovim kulturama ophodnja se podiže na 80 godina i one postaju pretkulture radi stvaranja uvjeta za povratak autohtonih vrsta šumskoga drveća i stvaranja prirodnoga šumskoga ekosustava.

Zbog velikoga početnoga broja biljaka, izostanka proreda i dostignute dobi šumske kulture obične smreke postaju nestabilne i počinju se sušiti. Daljnja neodgovodnost provođenja šumsko-uzgojnih radova poklopila se s jedne strane s povećanom potražnjom za energijskim drvom, a s druge strane s uvođenjem vrhunskih tehnologija u hrvatsko šumarstvo.

Povećana se potražnja za energijskim drvom djelomično može zadovoljiti i korištenjem cijelih smrekovih stabala manjih dimenzija, odnosno tehnički neuporabljivih dijelova smrekovih stabla uz ostvarivanje odgovarajućega prihoda. Potpuno mehanizirani sustavi pridobivanja drva primjenom primjerice harvester-a za sječu i izradu stabala, forvardera za izvoženje izrađenih drvnih sortimenata i iverača za proizvodnju drvene sječke jamče proizvodnju toliko željenoga biogoriva uz prihvatljive troškove. No, danas se u Hrvatskoj drvo još uvijek najčešće pridobiva djelomično mehaniziranim sustavima. Primjena harvestera u našim je šumama ograničena njihovim pretežno prirodnim podrijetlom, vrstom drveća i dimenzijama stabala, makroreljefom i mikroreljefom te metodama uzgajanja i uređivanja šuma (Krpan i Poršinsky 2001). Osim toga, često i u sječinama u kojima bi primjena potpuno mehaniziranih sustava pridobivanja drva bila očekivano optimalna, primjerice u šumskim crnogoričnim kulturama, njihovu uporabu ograničava zakon obujma proizvodnje (Grammel 1988). Naime, prostorna frag-

mentiranost navedenih sastojina, ali i vremenska fragmentiranost sječina u sjekoredu na razini šumsko-gospodarskoga područja često onemogućuje koncentraciju količine doznačenoga drva u sječini koja bi bila dostatna da pokrije trošak selidbe strojeva između radilišta. Stoga, pri očekivanom porastu potražnje za energijskim drvom, treba računati i na uporabu strojeva djelomično mehaniziranih sustava pridobivanja drva, ali i na nužnost promjene metoda pridobivanja drva radi optimalne prilagodbe uvjetima sječine da bi se snizili troškovi proizvodnje i povećala iskorištenost nadzemne biomase stabala.

U ovom je radu postavljen cilj da se utvrde ekonomski učinci zamjene djelomično mehaniziranoga sustava pridobivanja obloga drva sortimentnom metodom sustavom pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom, u uvjetima neprorjeđivane šumske kulture obične smreke.

## 2. Materijal i metode – *Material and Methods*

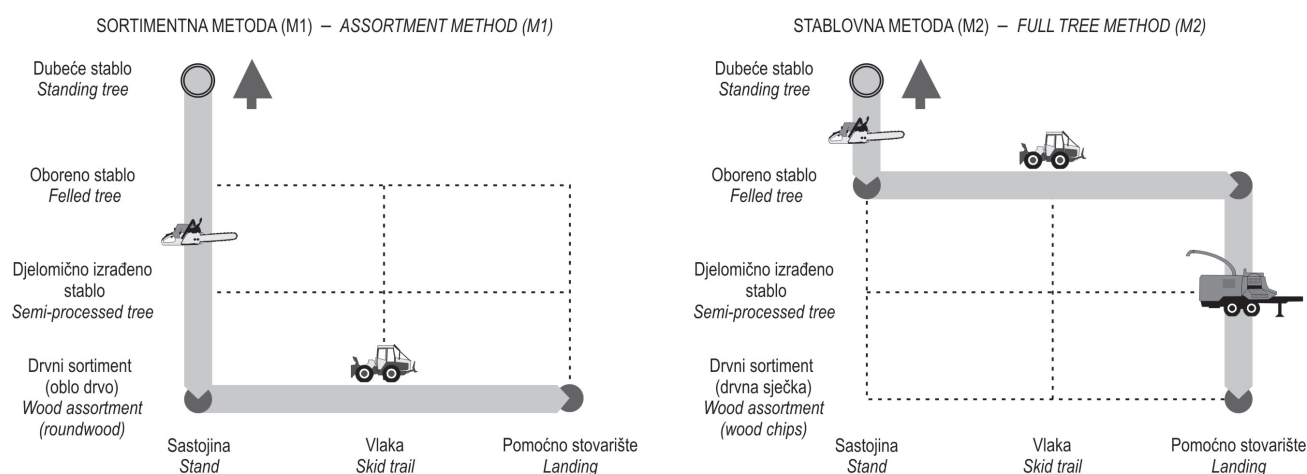
### 2.1 Mjesto i materijal istraživanja – *Study area and material*

Istraživanje je provedeno u odsjeku 20 A (44°37' N, 15°19' E; n. v. 573 m; nagib 0–5°) gospodarske jedinice »Žitnik« kojom gospodari Šumarija Perušić Uprave šuma Podružnice Gospić trgovačkoga društva »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Istraživana smrekova šumska kultura starosti 42 godine osnovana je sadnjom sadnica u redove s razmakom sadnje 2 × 2 m. Stablama nisu orezivane grane, a prva je proreda sječom dvostrukih redova provedena tijekom ovoga istraživanja. Prosječni prsni promjer istraživanih stabala iznosio je 17 ± 5 cm, a prosječna je visina iznosila 17,7 ± 3,0 m. Primarni se transport odvijao po sječini (prethodno posječenim redovima) i vlaki duljine 520 m, a pomoćno se stovarište nalazilo uz šumsku cestu.

Sukladno ciljevima istraživanja formirana su dva sustava kojima je drvo pridobivano sortimentnom, odnosno stablovnom metodom. U sortimentnoj metodi (M1) stabla su nakon obaranja izrađena u drvene sortimente (oblo drvo) koji su privučeni na pomoćno stovarište, a u stablovnoj metodi (M2) stablovina je nakon obaranja stabala privučena na pomoćno stovarište i naknadno iziverana (slika 1). Ručno-strojna sječa i izrada stabala obavljena je motornom pilom, a privlačenje je obavljeno skiderom. Sustav pridobivanja drva stablovnom metodom upotpunjen je iveračem za izradu drvene sječke na pomoćnom stovarištu.

Ručno-stroja sječa i izrada obavljena je profesionalnom motornom pilom STIHL MS 440 snage 4,0 kW,





**Slika 1.** Funkciogrami (Erler i Dög 2009) istraživanih sustava pridobivanja

**Fig. 1** Functiograms (Erler and Dög 2009) of the investigated harvesting systems

mase (bez vodilice i lanca) 3,6 kg i duljine vodilice 40 cm. Motorna pila STIHL MS 440, kao nasljednica motorne pile STIHL 044, zajedno sa snažnijom motorom pilom STIHL MS 660 čini okosnicu sredstava ručno-strojne sječe u hrvatskom državnom šumarstvu. Privlačenje drvnih sortimenata (obloga drva) i stablovine obavljeno je prorednim skiderom Ecotrac 55V hrvatske proizvodnje. Duljina skidera iznosi 4 550 mm, širina 1 600 mm, visina 2 490 mm, a masa 3 600 kg. Nazivna snaga motora iznosi 40 kW pri 2 300 min<sup>-1</sup>. Opremljen je dvobubanjnim mehaničkim vitlom Hittner nazivne vučne sile 2 × 35 kN. Istraživani je skider osnovno sredstvo rada u hrvatskom državnom šumarstvu za privlačenje obloga drva iz sječina prethodnoga prihoda prigorskih šuma. Iveranje je obavljeno vučenim bubanjnim iveračem Jenz Hem 561 DQ mase 13 300 kg, pogonjenim vlastitim motorom snage 360 kW. Dimenzije otvora iverača iznose 650 × 1 000 mm, a deklarirani maksimalni promjer obloga drva iznosi 42 cm za tvrdo drvo, odnosno 56 cm za meko drvo. Bubanj iverača promjera 820 mm opremljen je sa standardnih 10 sječiva. Tijekom iveranja korišteno je sito dimenzija otvora 35 × 35 mm. Pomicanje iverača po pomoćnom stovarištu i posluživanje iverača tijekom iveranja obavljeno je šumskim kamionom Iveco Trakker 440, snage 324 kW (pri 1 900 min<sup>-1</sup>), opremljenim dizalicom Palfinger E110Z81 deklariranoga neto podiznoga momenta od 101 kNm s najvećim dosegom od 8,1 m.

## 2.2 Metode – Methods

Proizvodnost pojedinih strojeva u sustavima pridobivanja drva istraživana je primjenom studija rada i vremena, uvažavajući dosadašnju tradiciju istraži-

vanya šumskoga rada u Republici Hrvatskoj (Tomanić 1974, Vondra 1991, Krpan 1992, Zečić 2003, Poršinsky 2005, Stankić 2010).

Za osnovnu jedinicu praćenja radnoga procesa odabrano je kod ručno-strojne sječe i izrade stablo, kod primarnoga transporta turnus privlačenja, a kod iveranja tovar sredstva daljinskoga transporta.

Rad podsustava pridobivanja drva (ručno-strojne sječe i izrade, privlačenja i iveranja) sniman je povratnom metodom kronometrije, upotrebom kronometra s centiminutnom podjelom. Utrošci efektivnoga vremena i utrošci vremena prekida evidentirani su u odgovarajuće snimačke listove. Raščlamba utroška efektivnoga vremena na radne zahvate obavljena je prilikom snimanja prema prethodno jasno definiranim fiksaznim točkama. Utrošci vremena prekida detaljno su opisani u snimačkom listu i naknadno grupirani. Pri istraživanju podsustava ručno-strojne sječe i izrade evidentirani su prsni promjeri stablima uzorka. Za pojedine turnuse privlačenja izmjerene su i zabilježene udaljenosti vožnji te podaci o tovaru.

Drvna je sječka uzorkovana tijekom iveranja usmjeravanjem tijeka drvene sječke s tovarnoga prostora kamiona na mjesto uzorkovanja u jednoličnim intervalima. Za jedinicu uzorkovanja odabran je kamionski tovar drvene sječke. Granulometrijska struktura drvene sječke određena je prema normi HRN EN 15149-1:2010, maseni udio vode prema normi HRN EN 14774-2:2010, maseni udio pepela prema normi HRN EN 14775:2010, a klasifikacija u razrede kakvoće obavljena je prema normi HRN EN 14961-1:2010.

Količine proizvedene drvene sječke utvrđene su na temelju razlika bruto i tara odvaga transportnih sred-

stava na kolnoj vagi. Preračun količina drvene sječke u tonama prilikom dostave (odvage) u količine standardno suhe drvene sječke u tonama obavljen je prema utvrđenim masenim udjelima vode za svaki pojedini tovar.

Rezultati terenskih istraživanja proizvodnosti sustava pridobivanja obrađeni su na trima razinama. Na prvoj su razini matematičko-statističkim metodama uspoređene razlike u utrošcima vremena radnih zahvata podsustava s obzirom na primijenjenu metodu. Na drugoj su razini obavljene regresijske analize ovisnosti utroška varijabilnih vremena o glavnim utjecajnim čimbenicima te izračunate prosječne vrijednosti utroška ostalih efektivnih vremena, a na trećoj su konstruirani matematički modeli za izračun proizvodnosti (Vusić 2013). Kako s obzirom na udaljenost sječine od pomoćnoga stovarišta nije bilo moguće istražiti vožnju skidera po vlaci i sječini na udaljenostima do 500 m, u modelu za izračun proizvodnosti nisu korištene originalne regresijske jednadžbe izjednačenja utroška vremena o udaljenosti za sve radne zahvate vožnje već su korištene odnosne regresijske jednadžbe koje se koriste za izračun proizvodnosti skidera Ecotrac 55V pri radu u državnim šumama Republike Hrvatske (Zečić i Vusić 2009).

Proizvodnost ručno-strojne sječe i izrade iskazana je ostvarivim brojem stabala u radnom danu, a proizvodnost privlačenja ostvarivim brojem turnusa privlačenja također po radnom danu. Za preračun proizvodnosti ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom u jedinice obujma ( $\text{m}^3$ ) i proizvodnosti ručno-strojne sječe i izrade stablovnom metodom u masene jedinice (t) korišteni su matematički algoritmi ovisnosti neto obujma sortimenata, odnosno ovisnosti nadzemne (standardno suhe) biomase o prsnom promjeru stabla konstruirane na temelju istraživanja provedenoga u istoj sječini (Vusić 2013). Preračun proizvodnosti privlačenja u obujamne i masene jedinice obavljen je temeljem prosječnoga (neto) obujma tovara u sortimentnoj metodi, odnosno prosječne (standardno suhe) mase tovara u stablovnoj metodi. Proizvodnost iveranja iskazana je prosječnom normom vremena.

Za izračun izravnih troškova (iskazanih bez poreza na dodanu vrijednost) strojnoga rada istraživanih sredstava rada primijenjena je modificirana FAO metoda kalkulacije troška (FAO 1992), a primarno su korišteni dostupni podaci izvođača radova. Kalkulativni izravni trošak ručno-strojne sječe i izrade iznosio je 86,61 kn/h, kalkulativni trošak privlačenja 166,67 kn/h, a kalkulativni trošak iveranja 1 023,50 kn/h (Vusić 2013). Jedinичni troškovi na razini stabla izračunati su temeljem izjednačenih vrijednosti neto obujma sorti-

menata, odnosno nadzemne (standardno suhe) biomase za pojedini debljinski stupanj i odnosnih jedinичnih troškova po jedinici obujma, odnosno mase.

Novčana vrijednost stabla pojedinoga debljinskoga stupnja utvrđena je na temelju postotnoga udjela pojedinih drvnih sortimenata, izrađenih sukladno normama za razvrstavanje drva po namjeni (Anon. 1989), u neto obujmu stabala promatranoga debljinskoga stupnja i odnosnih jedinичnih cijena drvnih sortimenata franko šumska cesta (Anon. 2012). Novčana je analiza vrijednosti stabala provedena s obzirom na pretpostavljenu konjunkturu stupova za vodove (TT), koji su prema važećem cjeniku (Anon. 2012) drvni sortimenti vrijednosti veće nego pilanski trupci (PT) prve klase. U prvom slučaju vrijednost stabala izračunata je s pretpostavkom nepostojanja potražnje za stupovima za vodove (PT+CD), a u drugom slučaju s pretpostavkom postojanja potražnje za stupovima za vodove (PT+TT+CD). U oba se slučaja pretpostavlja izrada celuloznoga drva (CD) iz deblovine odgovarajuće kakvoće.

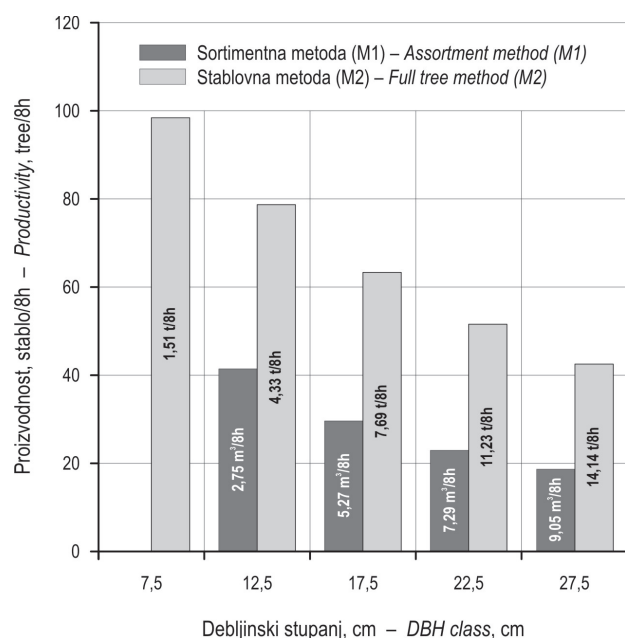
### 3. Rezultati – Results

#### 3.1 Analiza proizvodnosti na razini podsustava *Analysis of productivity on subsystem level*

Tijekom jedanaest dana istraživanja ručno-strojne sječe i izrade snimljeno je ukupno 3 460,63 min utroška vremena. Od toga je 2 427,46 min (70,15 %) evidentirano pri istraživanju sortimentne metode, a 1 033,17 min (29,85 %) evidentirano je pri istraživanju stablovne metode. Tijekom istraživanja ukupno je posječeno 236 stabala. Od toga je 107 stabala izrađeno sortimentnom metodom. Prosječni je ostvareni utrošak vremena po jednom stablu iznosio 22,69 min za sortimentnu metodu, dok je za stablovnu metodu, ponajprije zbog izostanka kresanja grana, prikrajanja, trupljenja i preuzimanja, iznosio gotovo trostruko manje, samo 8,01 min.

Proizvodnost podsustava ručno-strojne sječe i izrade stablovnom metodom za osmosatno radno vrijeme kreće se od 98,2 stabla po radnom danu za debljinski stupanj 7,5 cm, što čini samo 1,51 t standardno suhe biomase, do 42,1 stablo, odnosno 14,14 t standardno suhe biomase po radnom danu za debljinski stupanj 27,5 cm. Proizvodnost ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom za osmosatno radno vrijeme kreće se od 41,0 stabala ( $2,75 \text{ m}^3$ ) po radnom danu za debljinski stupanj 12,5 cm do 18,2 stabla ( $9,05 \text{ m}^3$ ) za debljinski stupanj 27,5 cm. Za srednji debljinski stupanj istraživane sječine (17,5 cm) proizvodnost ručno-strojne sječe i izrade stablovnom metodom, iskazana ostvarivim bro-





**Slika 2.** Proizvodnost podsustava ručno-strojne sječe i izrade  
**Fig. 2** Productivity of motor-manual felling and processing subsystem

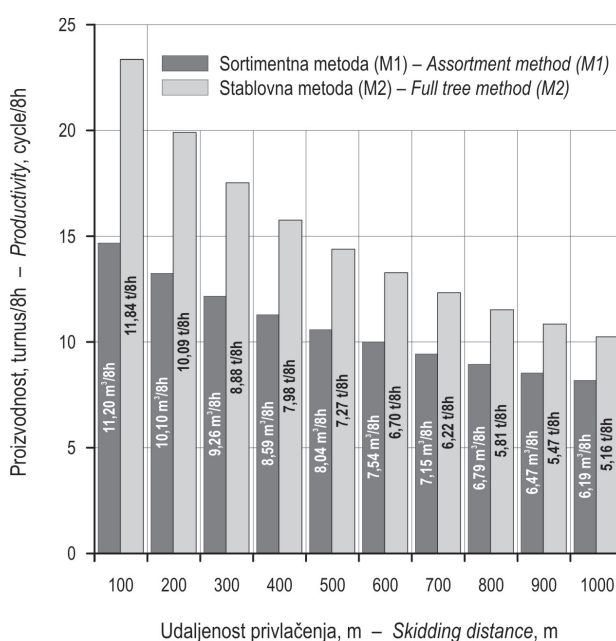
jem stabala u osmosatnom radnom vremenu, veća je za 115,80 % od proizvodnosti ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom (slika 2).

Tijekom devet dana istraživanja rada skidera na privlačenju snimljeno je ukupno 3 025,60 min utroška vremena. Od toga je 1 609,38 min (53,19 %) evidentirano pri istraživanju sortimentne metode, a 1 416,22 min (46,81 %) evidentirano je pri istraživanju stablovne metode. Skiderom je tijekom istraživanja ukupno ostvareno 55 turnusa privlačenja, od toga 26 turnusa sortimentnom metodom i 29 turnusa stablovnom metodom. Prosječni je ostvareni utrošak vremena po jednom turnusu privlačenja sortimentnom metodom iznosio 61,90 min, za srednju udaljenost privlačenja od 803 m

po vlaci i sječini i 80 m po pomoćnom stovarištu. U stablovnoj je metodi, za srednju udaljenost privlačenja od 616 m po vlaci i sječini i 42 m po stovarištu, prosječni ostvareni utrošak vremena po jednom turnusu privlačenja iznosio 48,84 min.

U tovaru skidera nalazilo se, u sortimentnoj metodi, prosječno 0,77 m³ neto obujma oblovine, a prosječno se sastojao od  $7,8 \pm 2,4$  komada obloga drva prosječnog obujma 0,099 m³ (tablica 1). Tovar se skidera u stablovnoj metodi u prosjeku sastojao od  $4,5 \pm 1,3$  stabla koja su činila prosječno 0,51 t standardno suhe biomase.

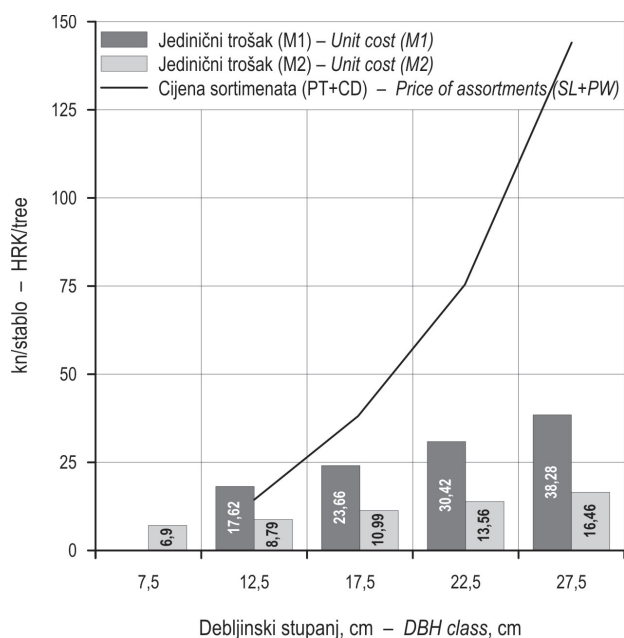
Proizvodnost podsustava privlačenja skiderom stablovnom metodom u usporedbi sa sortimentnom metodom, na razini ostvarivih turnusa privlačenja, veća je



**Slika 3.** Proizvodnost podsustava privlačenja  
**Fig. 3** Productivity of skidding subsystem

**Tablica 1.** Opisna statistika broja komada i obujma komada u tovaru skidera  
**Table 1** Descriptive statistics of number of pieces and piece volume in skidder load

| Varijabla<br>Variable                           | Uzorak<br>Sample | Aritmetička sredina<br>Mean | Najmanja vrijednost<br>Minimum | Najveća vrijednost<br>Maximum | Standardna devijacija<br>Standard deviation | Standardna pogreška<br>Standard error |
|---|------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------------|
| Broj komada – M1<br>Number of pieces – M1       | 26               | 7,8                         | 2                              | 12                            | 2,4   | 0,5                                   |
| Broj komada – M2<br>Number of pieces – M2       | 29               | 4,5                         | 1                              | 8                             | 1,3   | 0,2                                   |
| Obujam komada – M1, m³<br>Piece volume – M1, m³ | 203              | 0,099                       | 0,010                          | 0,390                         | 0,073                                       | 0,005                                 |



**Slika 4.** Jedinični troškovi podsustava ručno-strojne sječe i izrade  
**Fig. 4** Unit costs of motor-manual felling and processing subsystem

od 59,62 % kod 100 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini do 25,99 % kod 1 000 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini. Sortimentom metodom moguće je u radnom danu privući od 11,20 m<sup>3</sup> sa 100 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini do 6,19 m<sup>3</sup> neto obujma obloga drva s 1 000 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini. Stablovnom metodom u radnom je danu moguće privući od 11,84 t standardno suhe biomase sa 100 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini do 5,16 t standardno suhe biomase s 1 000 m srednje udaljenosti privlačenja po vlaci i sječini (slika 3).

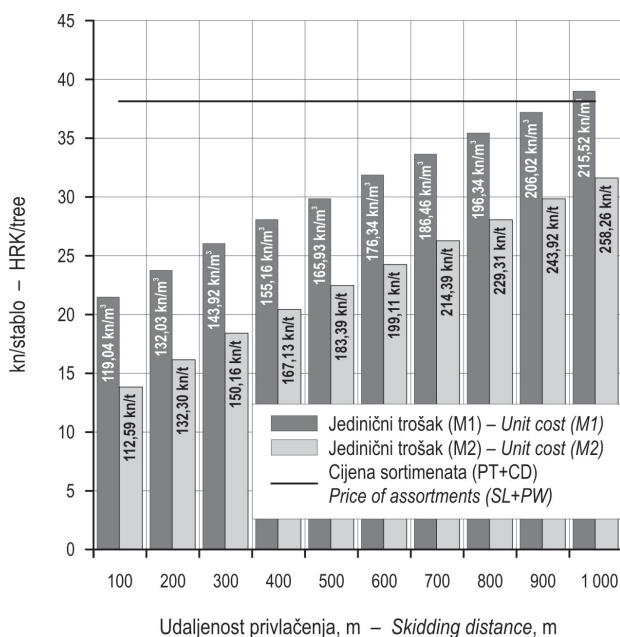
Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 8 turnusa (kamionskih tovara) iveranja u kojima je proizvedena drvena sječka granulometrijske strukture P45B, udjela vode M55 i udjela pepela A5.0. Utvrđena je prosječna norma vremena u iznosu 7,84 ± 1,70 min/t standardno suhe drvene sječke, odnosno proizvodnost od 7,65 t/h.

### 3.2 Analiza jediničnoga troška na razini podsustava – Analysis of unit cost on subsystem level

Vrijednost oblovine (u slučaju izostanka potražnje za stupovima za vodove) koja se može proizvesti iz jednoga stabla kreće se od 14,16 kn/stablo za debljinski stupanj 12,5 cm do 144,11 kn/stablo za debljinski stupanj 27,5 cm (slika 4). Trošak je podsustava ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom za debljinski stupanj 12,5 cm 24,44 % veći od vrijednosti

oblovine koju je moguće proizvesti, a u debljinskom stupnju 27,5 cm trošak ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom čini 26,56 % vrijednosti oblovine. U istom promatranom rasponu debljinskih stupnjeva trošak ručno-strojne sječe i izrade stablovnom metodom, u usporedbi s troškom ručno-strojne sječe i izrade sortimentnom metodom, manji je prosječno za 54,02 %.

S obzirom na to da zakon obujma komada (Speidel 1952), osim općepoznatoga utjecaja na proizvodnost podsustava sječe i izrade, svoj utjecaj preko značajki izrađenih drvnih sortimenata nastavlja i na podsustav primarnoga transporta nužno je daljnje analize, na razini podsustava privlačenja i cjelokupnoga sustava pridobivanja drva, provoditi na temelju prosječnih uvjeta pri ručno-strojnoj sječi i izradi. Stoga je u daljnjim analizama korištena isključivo vrijednost stabla i jedinični trošak ručno-strojne sječe i izrade za prosječni debljinski stupanj (17,5 cm) stabala istraživane sječine.



**Slika 5.** Jedinični troškovi podsustava privlačenja  
**Fig. 5** Unit costs of skidding subsystem

Trošak podsustava privlačenja sortimentnom metodom na udaljenosti privlačenja 100 m čini 56,23 % vrijednosti oblovine (38,11 kn/stablo) koju je moguće proizvesti u debljinskom stupnju 17,5 cm, a na udaljenosti privlačenja 1 000 m trošak je podsustava privlačenja sortimentnom metodom za 1,78 % veći od vrijednosti oblovine. U istom promatranom rasponu udaljenosti trošak je privlačenja stablovnom metodom, u uspored-



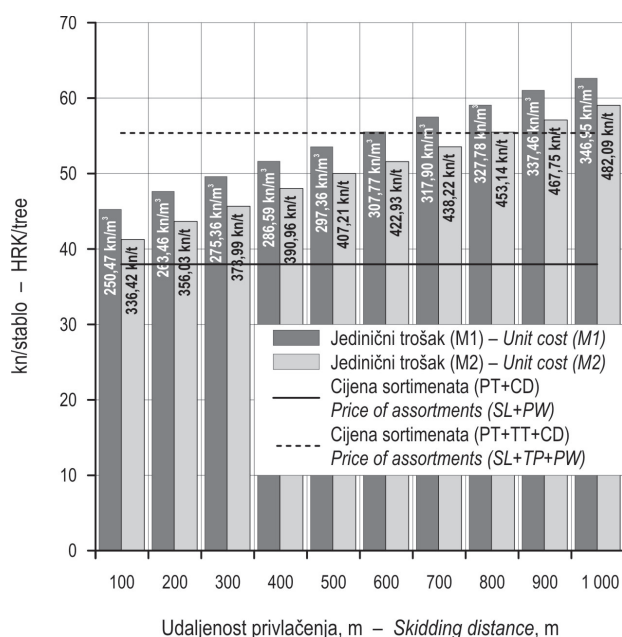
bi s troškom privlačenja sortimentnom metodom, manji prosječno za 25,43 %.

Jedinični trošak iveranja iznosi 133,72 kn/t standardno suhe drvene sječke, odnosno 16,23 kn za jedno stablo debljinskoga stupnja 17,5 cm.

### 3.3 Sinteza ekonomske pogodnosti na razini sustava – *Synthesis of economic suitability on system level*

Jedinični trošak sustava pridobivanja oblovinne sortimentnom metodom čini trošak ručno-strojne sječe i izrade te trošak privlačenja, a jedinični trošak sustava pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom uz trošak ručno-strojne sječe i izrade te privlačenja čini i trošak iveranja. Ukupni trošak sustava, na razini stabla, u sortimentnoj se metodi kreće od 45,09 kn/stablo za udaljenost privlačenja 100 m do 62,45 kn/stablo za udaljenost privlačenja 1 000 m i u cijelom je promatra-

potražnje za stupovima za vodove na tržištu vrijednost oblovinne koju je moguće proizvesti iz jednoga stabla debljinskoga stupnja 17,5 cm raste za 17,1 kn/stablo na 55,21 kn/stablo. Naime, promjeri deblovinne stabala prosječnoga debljinskoga stupnja sječine (17,5 cm) onemogućuju izradu pilanskih trupaca, ali omogućuju izradu stupova za vodove. Stoga se u slučaju izostanka potražnje za stupovima za vodove iz deblovinne stabala debljinskoga stupnja 17,5 cm može izrađivati isključivo celulozno drvo, a u slučaju postojanja potražnje za stupovima za vodove uz celulozno se drvo mogu izrađivati i stupovi za vodove. Tako povećana vrijednost oblovinne omogućuje ostvarivanje dobiti primjenom sustava pridobivanja oblovinne sortimentnom metodom do zaključno 590 m udaljenosti privlačenja. Na istoj udaljenosti privlačenja sustav pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom može konkurirati sustavu pridobivanja oblovinne sortimentnom metodom kada cijena drvene sječke, kakvoće P45B, M55, A5.0, proizvedene od smrekove stablovinne premaši 421,38 kn/t standardno suhe drvene sječke.



Slika 6. Jedinični troškovi sustava

Fig. 6 System unit costs

nom rasponu veći od vrijednosti oblovinne koju je moguće proizvesti iz jednoga stabla debljinskoga stupnja 17,5 cm u slučaju izostanka potražnje za stupovima za vodove (slika 6). U istom promatranom rasponu udaljenosti trošak je sustava pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom, u usporedbi s troškom sustava pridobivanja oblovinne sortimentnom metodom, manji prosječno za 7,16 %. U slučaju postojanja

## 4. Rasprava – Discussion

Sinergija zakonitosti obujma komada i zakonitosti vrste proizvoda očita je u sustavu pridobivanja drvene sječke stablovnom metodom. Izostanak kresanja grana, prikrajanja, trupljenja i preuzimanja uvjetovao je značajno smanjenje utroška efektivnoga vremena po stablu, ali i izradu jednakovrsnih poluproizvoda (stablovinne) relativno velikoga obujma komada. Isto je omogućilo povećanje proizvodnosti privlačenja skiderom, a izradu krajnjega proizvoda svelo na postupak iveranja. Zbog navedenoga je istraživani sustav pridobivanja drvene sječke poprimio značajke visoko mehaniziranoga sustava kojemu, po definiciji, nedostaje samo potpuno mehaniziranje privlačenja drva koje se može postići zamjenom skidera s vitlom, primjerice skiderom s klišetima (Heinimann 2001). Tako postignuta racionalizacija rada rezultirala je smanjenjem troškova podsustava ručno-strojne sječe i izrade i troškova podsustava privlačenja u tolikoj mjeri da je omogućeno uvođenje iverača u sustav pridobivanja uz istodobno smanjenje ukupnoga troška sustava za prosječno 7,16 % u usporedbi sa sustavom pridobivanja oblovinne sortimentnom metodom.

Posebice je značajno povećanje proizvodnosti podsustava privlačenja odabirom stablovinne metode. Naime, privlačenje je sortimentnom metodom, zbog niskoga prosječnoga obujma tovara od samo 0,77 m³ i relativno visokoga broja komada u tovaru, rezultiralo niskom proizvodnošću u usporedbi s rezultatima dosadašnjih istraživanja istoga tipa skidera.

Tomašić (2007), u bitno različitim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima regularnih šuma, utvrđuje značajno veći prosječni obujam tovara za istraživani skider i u ranoj proredi primjenom sortimentne metode ( $1,68 \text{ m}^3$ ) i u kasnoj proredi primjenom poludeblovne metode ( $1,82 \text{ m}^3$ ) i u oplodnoj sječi primjenom poludeblovne metode ( $2,00 \text{ m}^3$ ). Isti autor navodi i značajno veću proizvodnost u iznosu od  $2,82 \text{ m}^3/\text{p.h.}$  (pri srednjoj udaljenosti privlačenja 274 m) za ranu proredu,  $3,68 \text{ m}^3/\text{p.h.}$  (pri srednjoj udaljenosti privlačenja 200 m) za kasnu proredu i  $2,52 \text{ m}^3/\text{p.h.}$  (pri srednjoj udaljenosti privlačenja 611 m) za oplodnu sječu. Zečić (2003) pri istraživanju privlačenja drva poludeblovnim metodom prvom serijom (Ecotrac V 1033 F) istoga tipa skidera u četiri bjelogorične proredne sastojine također utvrđuje veći obujam tovara, od  $1,12 \text{ m}^3$  do  $1,49 \text{ m}^3$ , i proizvodnost u rasponu udaljenosti privlačenja od 150 m do 650 m. Na 150 m srednje udaljenosti privlačenja proizvodnost iznosi od  $15,96 \text{ m}^3/\text{dan}$  do  $49,27 \text{ m}^3/\text{dan}$ , a na 560 m srednje udaljenosti privlačenja od  $10,88 \text{ m}^3/\text{dan}$  do  $26,45 \text{ m}^3/\text{dan}$ . Spinelli i dr. (2012) istražuju privlačenje sortimentnom metodom skiderom Ecotrac 55V u proredi stogodišnje smrekove sastojine i utvrđuju prosječni obujam tovara od  $1,243 \text{ m}^3$  i proizvodnost od  $4,1 \text{ m}^3/\text{h}$  (za srednju udaljenost privlačenja 138 m). Iznimno niski iznosi obujma izrađenih sortimenata u istraživanoj sječini nisu samo utjecali na povećanje utrošaka vremena rada na sječini i pomoćnom stovarištu, već su u prvom redu limitirali obujam tovara skidera. Otuda nastaju i značajne negativne razlike u proizvodnosti skidera u usporedbi s prethodnim istraživanjima.

## 5. Zaključci – Conclusions

Sustav pridobivanja oblovine sortimentnom metodom omogućuje ostvarivanje dobiti u uvjetima istraživane sječine do zaključno 590 m udaljenosti privlačenja, uz pretpostavku postojanja potražnje za stupovima za vodove na tržištu. U slučaju nepostojanja potražnje za stupovima za vodove provođenje će radova pridobivanja drva sortimentnom metodom u uvjetima istraživane sječine rezultirati novčanim gubitkom. Može se očekivati da će u smrekovim šumskim kulturama većega srednjega prsnoga promjera stabala radovi pridobivanja drva biti ekonomski pogodniji ne samo zbog smanjenja jediničnih troškova uvjetovanih zakonitošću obujma komada već i zbog veće vrijednosti sortimenata koji se u takvim sječinama mogu izraditi. Kao alternativu sustavu pridobivanja oblovine sortimentnom metodom, u uvjetima istraživane sječine s troškovnoga je aspekta pogodnije koristiti sustav pridobivanja drvne

sječke stablovnim metodom, ali treba imati na umu da će ekonomska isplativost navedenoga sustava uvelike ovisiti i o mogućnosti postizanja odgovarajuće cijene za proizvedenu drvnu sječku.

## 6. Literatura – References

- Anon., 1989: Zbirka Jugoslovenskih standarda za drvo. Novinsko-izdavačka ustanova Službeni list SFRJ, Beograd, 1–682.
- Anon., 2012: Cjenik glavnih šumskih proizvoda. »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, 1–43.
- Erler, J., M. Dög, 2009: Funktiogramme für Holzernteverfahren. Forsttechnische Informationen 61 (9–10): 14–17.
- FAO, 1992: Cost control in forest harvesting and road construction. FAO Forestry Paper 99. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1–106.
- Grammel, R., 1988: Holzernte und Holztransport. Verlag Paul Parey, Hamburg – Berlin, 1–242.
- Heinimann, H. R., 2001: Verfahrenstechnik III – Analyse, Gestaltung und Steuerung technischer Produktionssysteme. Swiss Federal Institute of Technology Zürich, 1–26.
- HRN EN 14774-2:2010 Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 2: Total moisture – Simplified method. Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 1–7.
- HRN EN 14775:2010 Solid biofuels – Determination of ash content. Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 1–8.
- HRN EN 14961-1:2010 Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements. Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 1–52.
- HRN EN 15149-1:2010 Solid biofuels – Determination of particle size distribution – Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 1 mm and above. Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 1–13.
- Krpan, A. P. B., 1992: Analiza čimbenika daljinskog transporta drva kamionima. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–264.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. Šumarski list 125 (11–12): 619–624.
- Mudrenović, S., M. Bajić, 1985: Prorede u plantažama četinara. Šumske prorede i celuložno drvo, D. Bura (ur.). Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar – Služba šumske proizvodnje, Beograd, 11: 1–19.
- Oršanić, M., 1994: Uspijevanje šumskih kultura obične smreke (*Picea abies* /L/. Karst), crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) i europskog ariša (*Larix decidua* Mill.) na Zagrebačkoj gori. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–97.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih



šuma Hrvatske. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–170.

Speidel, G., 1952: Das Stückmassegesetz und seine Bedeutung für den internationalen Leistungsvergleich bei der Forstarbeit. Dissertation. Universität Hamburg, 1–66.

Spinelli, R., N. Magagnotti, R. Laina Relano, 2012: An alternative skidding technology to the current use of crawler tractors in Alpine logging operations. *Journal of Cleaner Production* (31): 73–79.

Stankić, I., 2010: Višekriterijsko planiranje izvoženja drva forvarderima iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–123.

Tomanić, S., 1974: Istraživanje nekih mogućnosti racionalizacije rada pri dovršnoj ljetnoj sječi, izradi i privlačenju bukovine na brdskim terenima Posavine. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–468.

Tomašić, Ž., 2007: Istraživanje tehničko-eksploatacijskih značajki skidera za prorede. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–316.

Vondra, V., 1991: Istraživanje i primjena matematičkih modela za planiranje i kontrolu radova u šumarstvu. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–325.

Vusić, D., 2013: Pogodnost sustava pridobivanja drvene biomase u smrekovoj šumskoj kulturi. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–174.

Zečić, Ž., 2003: Optimizacija skupnoga rada pri eksploataciji bjelogoričnih prorednih sastojina Panonskog gorja. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–313.

Zečić, Ž., D. Vusić, 2009: Računalne norme privlačenja drva traktorima (RANOP). Elaborat, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–15.

## Abstract

### *Harvesting in Spruce Forest Plantation – Assortment or Full Tree Method?*

*This study was conducted in order to determine the economic effect of replacing partially mechanized system of roundwood harvesting by assortment method with the system of wood chip harvesting by full tree method in conditions of unthinned common spruce forest plantation.*

*In the assortment method (M1), after felling, trees were processed into wood assortments (roundwood), which were then skidded to the landing, and in the full tree method (M2), trees were felled, skidded to the landing and subsequently chipped. Motor-manual felling and processing were done by chainsaw and primary transport was done by a skidder. Harvesting by full tree method was complemented by a chipper to produce wood chips at the landing.*

*Synergy of piece-volume-law and product-type-law is evident in the system of harvesting wood chips by full tree method. The absence of working elements: delimbing, bucking and scaling, resulted in a significant reduction in the effective time consumption per tree, but it also enabled the production of uniform semi-products (full trees) of a relatively large piece volume. This also enabled the increase of skidding productivity, while processing was reduced to the chipping process. Consequently, the investigated system of wood chip harvesting overtook the features of a highly mechanized system. Work rationalization achieved in this way resulted in a reduction in the cost of the motor-manual felling and processing subsystem as well as in the cost of skidding subsystem in such an extent that it enabled the introduction of a chipper in the harvesting system and at the same time the total cost of the system was reduced by an average 7.16% compared to the system of roundwood harvesting by assortment method.*

*The use of roundwood harvesting by assortment method results in profit under the conditions of the researched felling site at the skidding distance of up to 590 m, provided that there is demand for timber poles (TP) in the market (sawlogs – SL, timber poles – TP and pulpwood – PW are produced). At the same skidding distance, wood chip harvesting by full tree method can compete with roundwood harvesting by assortment method when the price of wood chips (P45B, M55, A5.0) produced from whole tree biomass of spruce exceeds €54.78/t of oven-dry wood chips. In the lack of demand for timber poles (sawlogs – SL and pulpwood – PW are produced), timber harvesting by assortment method, under the conditions of the researched felling site, will result in financial loss in all of the observed skidding distances.*

*As an alternative to roundwood harvesting by assortment method, under the conditions of the researched felling site, from the aspect of cost it is more suitable to use wood chip harvesting by full tree method, but it should be noted that the economic viability of the above system will largely depend on the possibility of achieving adequate prices for the produced wood chips.*

*Keywords: unit cost, roundwood, wood chips*

---

Adresa autorâ – Authors' address:

Dr. sc. Dinko Vusić\*

e-pošta: vusic@sumfak.hr

Izv. prof. dr. sc. Željko Zečić

e-pošta: zecic@sumfak.hr

Dr. sc. Zdravko Pandur

e-pošta: pandur@sumfak.hr

Zavod za šumarske tehnike i tehnologije

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska 25

10 000 Zagreb

HRVATSKA

Luka Kasumović, dipl. inž. šum.

e-pošta: luka.kasumovic@hrsume.hr

Dalibor Šegota, dipl. inž. šum.

e-pošta: dalibor.segota@hrsume.hr

»Hrvatske šume« d.o.o.

UŠP Gospić

Budačka 23

53 000 Gospić

HRVATSKA

Primljeno (Received): 13. 11. 2013.

Prihvaćeno (Accepted): 21. 11. 2013.

\* Glavni autor – Corresponding author



# Biomass from Short Rotation Energy Plantations of Black Locust on Tailing Dump of »Field B« Open Pit in »Kolubara« Mining Basin

Milorad Danilović, Dušan Stojnić, Vladislav Vasiljević, Dragan Gačić

## Abstract – Nacrtak

*In recent decades, the establishment of short rotation energy plantations is becoming ever more common in marginal sites, including tailing dumps of open pits in mining basins. During the exploitation cycle, not only do short rotation energy plantations produce woody biomass for energy production, but they also accumulate large amounts of carbon from the soil and air. In this case, the energy plantations are primarily environmentally friendly, which is accompanied by their economic importance. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) has a number of advantages that justify its use in the establishment of energy plantations. The main objective of this paper is to assess the current state of energy plantations of black locust established in autumn 2008 on a tailing dump of the »Kolubara« mining basin (Serbia), as well as to determine the yield of dry matter of black locust per hectare. The data on the number of trees, diameter and height increments, the mass of trees per diameter class and the amount of biomass were obtained by the method of partial survey. The survey found a high percentage of survival of black locust seedlings (95.67%), the average diameter in the plantation (6.83 cm), medium tree height (7.15 m) and the absolute yield of dry matter (2.96 t/ha/yr). The results of this research on experimental energy plantations will be useful in the planning of future energy plantations in low-productivity sites, as well as in the selection of techniques and technologies for utilization of energy plantations.*

*Keywords: energy plantations, woody biomass, black locust, *Robinia pseudacacia* L., reclamation, productivity*

## 1. Introduction – Uvod

An increase in mining activities leaves behind vast areas of degraded land. The process of surface mining completely changes the landscape and natural soils are removed from the site (Dražić 2002). The most significant conflict of mining with the environment refers to the occupation of agricultural and forest land by the process of open pit mining (Spasić et al. 2005). However, the occupation of land for surface coal mining is believed to be temporary, due to the fact that the land used is subjected to reuse after exploitation. In those terms, the area is subjected to morphological and landscape reclamation through the process of land reclamation,

revitalization of nature and construction of necessary facilities (Pavlović 2013). The legislation in the field of mining, agriculture, forestry and environment, obliges the users of mineral resources to carry out reclamation of degraded land after the exploitation process. The most common form of reclamation is biological reclamation. It is a complex and time-consuming process that requires a multidisciplinary approach, previous analysis of the current situation in the field and performance in stages, including a subsequent follow-up process and constant corrections (Dožić et al. 2010). The establishment of plantations is the oldest form of reclamation of land damaged by human activity (Filcheva et al. 2000). When selecting

the species for biological recultivation, an emphasis should be placed on those species that produce biomass in a short period, and, if possible, the ones that are economically important (Singh et al. 2002). In recent decades, the establishment of short rotation energy plantations on tailing dumps of open pits is gaining importance (Danilović et al. 2013). During the exploitation cycle, not only will the short rotation plantations for energy produce woody biomass for energy, but they will also accumulate large amounts of carbon from the soil and air (Quinkenstein et al. 2012).

## 2. Research problems and objectives

### *Problematika i ciljevi istraživanja*

The highest production of carbon dioxide is the result of combustion of the currently most important and most commonly used energy sources, including fossil fuels, coal and oil. The European Union Directive 2009/28/EC (OJ L 140) on the promotion of the use of energy from renewable sources seeks to reduce the use of fossil fuels at the expense of increasing those that are made from renewable resources, thus emitting a lower amount of carbon dioxide. Along with the international efforts to prevent climate change, the significance of woody biomass for energy also changes. It is transformed from a traditional and inefficiently used resource to a multi-useful resource for the production of clean energy (European Commission 2005). The cultivation of fast growing tree species in short rotation plantations can create conditions for the production of large quantities of biomass at competitive prices (Grünwald et al. 2009). In recent decades, the establishment of short rotation energy plantations is becoming ever more common in marginal sites, including tailing dumps of open pits in mining basins (Böhm et al. 2011a, 2011b, Brinks et al. 2010, Bungart and Hüttl 2001, Mantovani et al. 2012, Paulson et al. 2003, Quinkenstein et al. 2010, Redei et al. 2011). In this case, energy plantations are primarily environmentally friendly, which is accompanied by their economic importance (Danilović et al. 2013). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) has a number of advantages that justify its use in the establishment of energy plantations (Redei and Veperdi 2009), including: a high growth potential at the juvenile stage, excellent coping ability, high wood density, high dry matter production, appropriate flammability of wood, relatively fast drying and easy cutting. Compared to other species, black locust grows successfully in all sites producing the largest amount of biomass (Barrett et al. 1990). Black locust has shown remarkable adaptability

in the biological recultivation of degraded land (Ashby et al. 1985).

The main objective of this paper is to assess the current state of energy plantations of black locust established on the tailing dump of the »Kolubara« mining basin in autumn 2008, as well as to determine the dry matter yield of black locust per hectare. The results of the research of this experimental energy plantation will be useful in the planning of future energy plantations in low-productivity sites and the selection of techniques and technologies for the utilization of energy plantations.

## 3. Materials and methods – Materijal i metode

The soil analyses were first performed on the surface of energy plantation in order to obtain data on physical and chemical properties of the soil and soil type. Soil surveys were performed at three locations, and soil samples in the state of disorder were taken



**Fig. 1** Map of the Republic of Serbia and position of Kolubara district  
**Slika 1.** Karta Republike Srbije i položaj Kolubarskoga okruga



**Fig. 2** Short rotation energy plantations of black locust on tailing dump of »Field B« open pit in »Kolubara« mining basin

**Slika 2.** Energetski nasad bagrema kratke ophodnje na odlagalištu »Polje B« površinskoga kopa »Kolubara«

from two locations for the purpose of determining the chemical properties of the soil. A composite soil sample was taken at the depth of 0–30 cm at each location.

The data on the number of trees, diameter and height increments, the mass of trees per diameter class and the amount of biomass were obtained by the method of partial survey. The measurements were performed during summer 2013. A simple systematic sample was used for the selection of sample plots as the basic units. Six 20 × 20 m sample plots were selected, of which two sample plots were located on the edges of the plantation and four in its central parts.

The diameters of the trees were measured at a height of 10 cm above the ground (cutting zone) and classified in diameter classes with the range of 1 cm. The current diameter increment was calculated on the basis of the diameters measured. Five trees were selected within each diameter class. Their heights were measured and after that they were cut. The harvested trees were used to measure the mass and moisture content of the wood after harvesting. The moisture

content was measured using an electronic moisture meter type GANN Hidromette H65. The felled black locust trees were chipped using a mobile Schliesing 330 MX wood chipper. Trees from each diameter class were chipped separately, and then its mass was measured. The quantity of oven-dry wood chips was calculated on the basis of the mass of raw wood chips and moisture content after felling.

#### 4. Research area – *Mjesto istraživanja*

The research was conducted in the area of the »Kolubara« mining basin in the Republic of Serbia, more precisely, on the outer tailing dump of the »Field B« open pit. The »Kolubara« mining basin is a public company of the Serbian Electric Power Industry. It is located about 50 km southwest of Belgrade in the lower reaches of the Kolubara River (Fig 1). It covers an area of 600 km<sup>2</sup>, while the area of coal mining is 132 km<sup>2</sup>. Coal is exploited at four open pits, including: »Field B«, »Field D«, »Tamnava-Zapad« and »Veliki Crljeni«. The location of the »Field B« open pit is in the southern part of the Posavsko-Tamnavska Plain. The total area of the »Field B« open pit is 885 ha, of which 260 ha are still an area of coal exploitation and 625 ha are a degraded area. A technical reclamation that has prospects of certain forms of biological production was carried out on about 350 ha of degraded area of the tailing dump. The type of soil on the area that is the subject of this research is deposol formed by overburden dumping. The plantation of black locust on the outer tailing dump of the »Field B« open pit was formed for the purpose of reclamation of a part of the dump and for biomass production. The area of the established plantation is 5.67 ha and its shape is irregular. The planting of the black locust seedlings was carried out at a distance of 1.8 × 1.8 m in autumn 2008.

#### 5. Research results – *Rezultati istraživanja*

The results of the analysis of the basic chemical properties of soil showed that the materials concerned are dumped lime-free layers, ranging from neutral to slightly acidic in terms of acidity. Humus and nitrogen contents in these soils are medium. The phosphorus supply is low to very low, while the values of potassium content range from medium to high values. An analysis of the total content of some trace elements and heavy metals in the deposol showed that the amounts of all elements are usual, except for some increased levels of cobalt (Co) and significantly higher values for nickel (Ni) and chromium (Cr). The analyses of the granulometric composition clearly showed that the



**Table 1** Number of trees by diameter classes**Tablica 1.** Broj stabala po debljinskim razredima

| Sample plot<br><i>Pokusna ploha</i>              | Number of trees per diameter classes (measured at 10 cm from the ground)<br><i>Broj stabala po debljinskim razredima (mjereno na 10 cm od tla)</i> |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |              |              |              |
|--|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  | I  | II         | III        | IV         | V          | VI         | VII        | VIII       | IX         | X            | XI           | XII          | XIII         | XIV          |
|  | 1.0–1.9 cm   | 2.0–2.9 cm | 3.0–3.9 cm | 4.0–4.9 cm | 5.0–5.9 cm | 6.0–6.9 cm | 7.0–7.9 cm | 8.0–8.9 cm | 9.0–9.9 cm | 10.0–10.9 cm | 11.0–11.9 cm | 12.0–12.9 cm | 13.0–13.9 cm | 14.0–14.9 cm |
| P <sub>1</sub>                                   | 0  | 5          | 3          | 15         | 22         | 15         | 20         | 17         | 12         | 4            | 1            | 1            | 0            | 0            |
| P <sub>2</sub>                                   | 0  | 2          | 6          | 6          | 16         | 20         | 27         | 17         | 21         | 4            | 3            | 0            | 0            | 1            |
| P <sub>3</sub>                                   | 0  | 7          | 11         | 14         | 20         | 18         | 18         | 15         | 11         | 4            | 3            | 2            | 0            | 0            |
| P <sub>4</sub>                                   | 0  | 6          | 9          | 14         | 17         | 22         | 17         | 16         | 14         | 4            | 3            | 3            | 1            | 0            |
| P <sub>5</sub>                                   | 0  | 5          | 3          | 8          | 18         | 16         | 18         | 22         | 13         | 2            | 4            | 2            | 0            | 0            |
| P <sub>6</sub>                                   | 0  | 7          | 8          | 8          | 13         | 22         | 23         | 15         | 12         | 1            | 2            | 0            | 0            | 0            |
| On one hectare<br><i>Na jednom hektaru</i>       | 0  | 133        | 167        | 270        | 441        | 470        | 512        | 425        | 345        | 79           | 66           | 33           | 4            | 4            |
| On the entire area<br><i>Na cijeloj površini</i> | 0  | 754        | 947        | 1 555      | 2 500      | 2 665      | 2 903      | 2 409      | 1 956      | 448          | 374          | 187          | 22           | 22           |

**Table 2** Minimum and maximum diameters and standard deviations by sample plots**Tablica 2.** Najmanji i najveći promjeri i standardne devijacije po pokusnim ploham

| Sample plot<br><i>Pokusna ploha</i> | Minimum diameter<br><i>Najmanji promjer</i> | Maximum diameter<br><i>Najveći promjer</i> | Standard deviation<br><i>Standardna devijacija</i> |
|-------------------------------------|---|--|--|
|                                     | cm  | cm   | cm   |
| P <sub>1</sub>                      | 2.5   | 12.0                                       | 2.03   |
| P <sub>2</sub>                      | 2.0   | 14.2                                       | 2.02   |
| P <sub>3</sub>                      | 2.3   | 12.6                                       | 2.38   |
| P <sub>4</sub>                      | 2.1   | 13.3                                       | 2.43   |
| P <sub>5</sub>                      | 2.0   | 12.0                                       | 2.16   |
| P <sub>6</sub>                      | 2.1   | 11.1                                       | 2.02   |

deposol can be classified as clay in the first two layers (0–18 cm and 18–43 cm) and as clay loam in the other two layers (43–118 cm and 118–140 cm). The soil type is deposol, formed by disposing overburden and waste rock in order to reach coal deposits.

As indicated above, measurements were performed in six 400 m<sup>2</sup> sample plots, which accounts for 4.23% of the entire area of the black locust plantation.

The number of trees per sample plot ranged from 111 to 126, i.e. from 2 775 to 3 150 calculated per hectare.

The number of trees in the sample plots was used to calculate the number of trees in the entire area, which amounted to 16 742. When the number of trees was compared to the number of seedlings planted in autumn 2008 (17 500), it could be observed that, after five years, the percentage of survival of black locust seedlings was very high (95.67%).

The diameter measurement at 10 cm from the ground revealed that most of the trees were in the range of diameter class 2 to 8. This information is very important for the selection of machinery for the cutting and chipping of trees.

The average diameters at a height of 10 cm from the ground, within the sample plots are: P<sub>1</sub> = 6.73 cm, P<sub>2</sub> = 7.21 cm, P<sub>3</sub> = 6.51 cm, P<sub>4</sub> = 6.84 cm, P<sub>5</sub> = 7.01 cm, P<sub>6</sub> = 6.70 cm.

The results of the analysis of variance indicate that there are no statistically significant differences between the average diameters in the sample plots ( $F = 1.57, p = 0.166$ ), i.e. measurement data in the sample plots represent a homogeneous group whose average values can be calculated.

The mean diameter at a height of 10 cm from the ground in the plantation, calculated on the basis of the

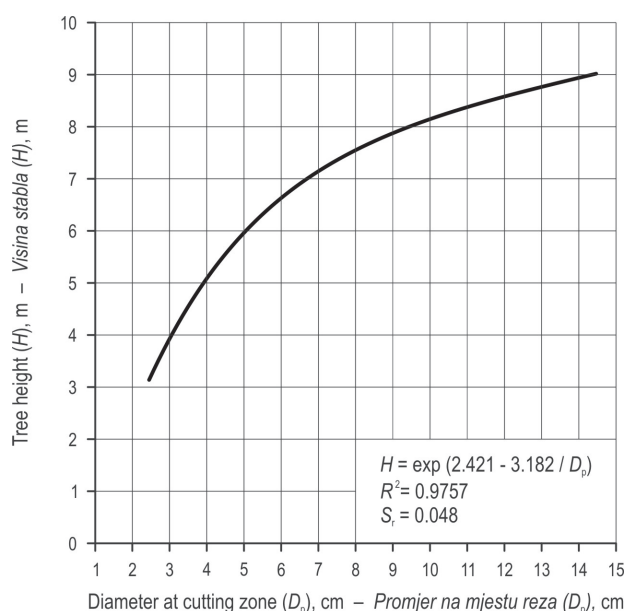
**Table 3** Average tree height and average moisture content by diameter classes**Tablica 3.** Prosječna visina stabala i prosječna vlaga po debljinskim razredima

| Sample plot<br><i>Pokusna ploha</i>                         | Diameter class, cm – <i>Debljinski razred, cm</i> |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |              |              |              |
|---|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | I   | II         | III        | IV         | V          | VI         | VII        | VIII       | IX         | X            | XI           | XII          | XIII         | XIV          |
|   | 1.0–1.9 cm  | 2.0–2.9 cm | 3.0–3.9 cm | 4.0–4.9 cm | 5.0–5.9 cm | 6.0–6.9 cm | 7.0–7.9 cm | 8.0–8.9 cm | 9.0–9.9 cm | 10.0–10.9 cm | 11.0–11.9 cm | 12.0–12.9 cm | 13.0–13.9 cm | 14.0–14.9 cm |
| Average tree height, m<br><i>Prosječna visina stabla, m</i> | 1   | 3.1        | 4.5        | 5.5        | 6.6        | 7.1        | 7.5        | 8.0        | 8.1        | 8.6          | 8.4          | 8.4          | 8.3          | 8.9          |
| Average moisture content, %<br><i>Prosječna vlaga, %</i>    | 1   | 54.1       | 57.2       | 56.15      | 55.8       | 55.9       | 59.1       | 53.8       | 56.6       | 58.05        | 58.5         | 58.2         | 57.2         | 57.7         |

weighted arithmetic mean, is 6.83 cm. Its minimum value is 2.0 and its maximum value 14.2 cm.

The average diameter increment of trees in the plantation is 1.37 cm.

The height of five trees was measured within each diameter class and the mean height of trees in each diameter class was calculated on the basis of the arithmetic mean. On the basis of the heights of trees sampled, it was found that the average height of trees in the plantation is 7.15 m. Tree heights per diameter classes show correlation with the diameter in the cutting zone (Fig. 3).

**Fig. 3** Correlation between tree heights and diameter classes**Slika 3.** Ovisnost visine stabala o debljinskom razredu

The moisture content of black locust trees was also measured in five trees from each diameter class, immediately after harvesting. The average moisture content of black locust trees was 56.81%.

The chipping of felled trees produced an average mass of fresh wood chips for each diameter class. On the basis of the average mass of wood chips by diameter classes and the number of trees within each diameter class, it was possible to calculate the mass of wood chips per hectare and the total mass of wood chips in the plantation.

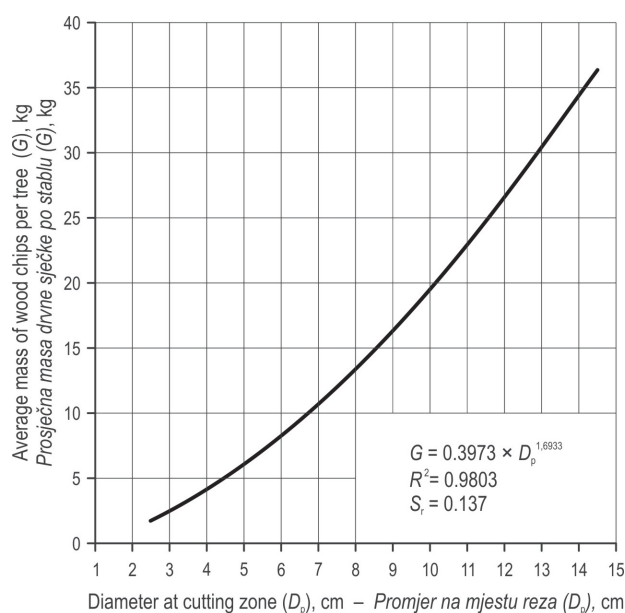
The mass of wood chips per ha was calculated by summing up the mass of wood chips per diameter classes for the moisture content of 56.81%, and it amounted to 34 308.4 kg, i.e. 194 616.2 kg for the entire area.

Fig. 4 shows the dependence of wood chip mass on the diameter class, measured at 10 cm from the ground.

The mass of oven-dry wood chips of 14.82 t/ha after a five-year cycle of growth was obtained on the basis of the mass of wood chips in the raw state (at moisture content of 56.81%), and the mass of oven-dry wood chips per hectare per year amounted to 2.96 t/ha/year. The mass of oven-dry wood chips for the entire black locust plantation was 84.05 t.

## 6. Discussion – Rasprava

The establishment of short rotation energy plantations of woody species in Serbia has not yet gained enough importance and is mainly confined to individual scientific studies on small plots. However, with an increasing interest and activities in this field, a new branch of forestry has actually been developed, along with the development of the so-called »energy plantations«, with an aim of defining the most suitable tree



**Fig. 4** Correlation between wood chip mass and diameter classes

**Slika 4.** Ovisnost mase drvne sječke o debljinskom razredu

species and cultivation conditions in plantations with a large number of plants per unit area (Klašnja et al. 2006). The method of planting and simple cutting at intervals of 2 to 6 years, as well as the possibility of utilization for 20–30 years without transplanting (Quinkenstein et al. 2012), make energy plantations very interesting in terms of biological reclamation of degraded soils and creation of economic profit.

The Mining Law of the Republic of Serbia (Official Gazette of RS, No. 44/95, 34/2006 and 104/2009) clearly stipulates that after the exploitation of mineral resources each company must carry out recultivation of the land according to projects within one year from the cessation of work. Since deposols are generally low-productivity soils, with a small amount of moisture in the surface layers, all forms of agricultural production are difficult and therefore unprofitable in economic terms. For these reasons, the solution should be sought in the establishment of energy plantations of tree species with a short rotation period, as their establishment would return the production function to the soil.

These facts served as guidelines to the management of the »Kolubara« mining basin in Serbia who decided to form a black locust energy plantation on an area of 5.67 ha in autumn 2008. The percentage of the seedling success of black locust seedlings on the tailing dumps of the Kolubara mining basin is above the average recorded in similar sites and other countries. After five years, the survival rate of black locust seedlings in the plantation established on the »Field B« outer tailing dump in 2008 was 95.67%. By comparison, the survival rate of black locust seedlings in the experimental energy plantations on the tailing dumps of the »Welzow-Süd« coal mine (Germany) was 84% after four years (Böhm et al. 2011a), on the tailing dump of the »Welzow II« mine (Germany) it was also 84%, while on the tailing dump of the »Sedlitz« lignite mine (Germany) it amounted to 98% (Grünwald et al. 2009). A very high survival rate of black locust seedlings of 97% was also achieved on the tailing dump of

**Table 4** Average mass of wood chips per tree, mass of wood chips per hectare and total mass of wood chips by diameter classes

**Tablica 4.** Prosečna masa drvne sječke po jednom stablu, masa drvne sječke po jednom hektaru i ukupna masa drvne sječke po debljinskim razredima

| Sample plot<br><i>Pokusna ploha</i>  | Diameter class, cm – <i>Debljinski razred, cm</i> |            |            |            |            |            |            |            |            |              |              |              |              |              |
|--|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  | I   | II         | III        | IV         | V          | VI         | VII        | VIII       | IX         | X            | XI           | XII          | XIII         | XIV          |
|  | 1.0–1.9 cm  | 2.0–2.9 cm | 3.0–3.9 cm | 4.0–4.9 cm | 5.0–5.9 cm | 6.0–6.9 cm | 7.0–7.9 cm | 8.0–8.9 cm | 9.0–9.9 cm | 10.0–10.9 cm | 11.0–11.9 cm | 12.0–12.9 cm | 13.0–13.9 cm | 14.0–14.9 cm |
| Average mass of wood chips per tree, kg<br><i>Prosečna masa drvne sječke po stablu, kg</i> | 1   | 1.45       | 3.33       | 6.37       | 8.58       | 8.55       | 12.69      | 15.01      | 18.89      | 23.33        | 24.89        | 27.60        | 30.01        | 31.78        |
| Mass of wood chips per hectare, kg<br><i>Masa drvne sječke po hektaru, kg</i>              | 1   | 192.8      | 556.1      | 1 719.9    | 3 783.8    | 4 018.5    | 6 497.3    | 6 379.2    | 6 517.1    | 1 843.1      | 1 642.7      | 910.8        | 120.0        | 127.1        |
| Total mass of wood chips, kg<br><i>Ukupna masa drvne sječke, kg</i>                        | 1   | 1 093.3    | 3 153.5    | 9 905.4    | 21 450.0   | 22 785.8   | 36 839.1   | 36 159.1   | 36 948.8   | 10 451.8     | 9 308.9      | 5 161.2      | 660.2        | 699.2        |



the Kostolac mining basin (Serbia) (Đorđević-Miloradović et al. 2012).

In the experiment observed, the planting spacing of 1.8 m between the seedlings in a row and 1.8 m between the rows is bigger compared to the spacing in short rotation energy plantations in some European countries. During the establishment of short rotation energy plantations in Germany, black locust was planted in double rows at a distance of 0.75 m. The distance between the plants in a row was 0.85 m, and the distance between two double rows was 1.8 m (Böhm et al. 2011b). During the establishment of energy plantations of black locust in Hungary, the seedlings were planted at a distance of  $1.5 \times 1.0$  m (Redei et al. 2011).

The average diameter of trees in a plantation, measured at 10 cm from the ground, i.e. in the zone of cutting, was 6.83 cm. The diameter size of the cutting zone plays an important role in the choice of techniques and technologies of work to be applied in cutting and chipping. Handler and Blumauer (2010) found that a special Biomasse Europa header mounted on a Claas Jaguar 890 (370 kW) forage harvester can be used for the felling of trees with diameters of up to 130 mm. A Salix HS2 header mounted on a Claas Jaguar 900-830 (250 kW) forage harvester can be used for the felling of trees with diameters of up to 80 mm, the headers Woodcut 1500 on a Krone Big X (370 kW) forage harvester and 130 FB on a New Holland FR 9000 (397 kW) forage harvester can be used for the felling of trees with diameters of up to 150 mm (Ehlert et al. 2012). In this research, most tree diameters were found to be in the range of diameter class three to nine. Böhm et al. (2011a) studied a black locust energy plantation at the age of four years, with a density of 9,200 plants per hectare, and found that the average diameter in the zone of cutting was 4.4 cm.

Tree heights per diameter classes show correlation with the diameter in the cutting zone. The average height of trees in the plantation is 7.15 m. The average height of trees in a four-year-old energy plantation of black locust in Germany is 4.0 m (Böhm et al. 2011a).

The data on the average moisture content of harvested trees show high moisture content immediately after harvesting. Such a high moisture content of the wood is the result of the fact that the survey was carried out in summer, when the physiological processes in the tree are the most active. As a rule, tree felling and chipping in energy plantations should be performed in winter months, i.e. during dormancy when the moisture content in the wood is the lowest.

Depending on the climate and site conditions, dry matter yield of black locust in short rotation energy plantations ranges from 3–10 t/ha/year (Grünwald et

al. 2009, Quinkenstein et al. 2010, Redei et al. 2011). The dry matter yield of wood chips from the black locust energy plantations on the tailing dump of the »Field B« open pit is 2.96 t/ha/year, measured five years after plantation establishment. There was no cutting, so that the area is in the form of a plantation, i.e. each plant has a single stem. After cutting the energy plants, a large number of shoots will appear from each stump. According to a research conducted by Grünwald et al. (2009) in Jänschwalde, dry matter yield increases in subsequent production cycles. In their research, the yield in the first rotation period, after three years, amounted to 3 t/ha/year on average, in the second cycle, after six years, the yield was 6 t/ha/year, and in the third three-year cycle, it was between 7 and 8 t/ha/year.

## 7. Conclusion – Zaključak

The black locust energy plantation in the area of the »Kolubara« mining basin is the first plantation of this type in the territory of the Republic of Serbia. Although the area of the energy plantation is relatively small (5.67 ha), there have been a number of scientific studies in this area that will be valuable for the planning of further biological reclamation of the land degraded in the process of surface mining and disposal of overburden. In addition, the results of measurements of taxation elements of the trees in the plantation will serve as a starting point in determining the best length of the rotation period, the choice of methods of utilization and machinery for the cutting and chipping of black locust. The dry matter yield of black locust per unit area is the basis for examining the cost effectiveness of the establishment and utilization of these short rotation energy plantations.

The following results should be noted on the basis of the research carried out in the black locust energy plantation on the »Field B« open pit of the »Kolubara« mining basin:

- ⇒ The survival percentage of black locust seedlings after five years is 95.67%;
- ⇒ The average diameter at a height of 10 cm from the ground in the plantation is 6.83 cm;
- ⇒ The average diameter increment of trees in the plantation is 1.37 cm;
- ⇒ The average height of trees in the plantation is 7.15 m;
- ⇒ The average moisture content of black locust wood was 56.81% after harvesting;
- ⇒ The oven-dry mass of wood chips after a five-year growth cycle is 14.82 t/ha, and the oven-dry mass of wood chips per hectare amounts to 2.96 t annually.

## 8. References – Literatura

- Ashby, W. C., Vogel, W. G., Rogers, N. F., 1985: Black Locust in the Reclamation Equation. General Technical Report NE-105. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 12p.
- Barrett, R. P., Mebrahtu, T., Hanover, J. W., 1990: Black locust: A multi-purpose tree species for temperate climates. Advances in new crops, J. Janick and J. E. Simon (eds.). Timber Press, Portland, OR, 278–283.
- Böhm, C., Quinkenstein, A., Freese, D., 2011a: Yield prediction of young black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations for woody biomass production using allometric relations. Ann. For. Res. 54(2): 215–227.
- Böhm, C., Quinkenstein, A., Freese, D., Hüttel, R. F., 2011b: Assessing the short rotation woody biomass production on marginal post-mining areas. Journal of Forest Science 57(7): 303–311.
- Brinks, J. S., Lhotka, J. M., Barton, C. D., Warner, R. C., Agouridis, C. T., 2010: Demonstrating Techniques for Establishing Woody Biomass Plantations on Surface Mine Lands as Feedstocks for Energy Production. Final Report GOEP-Barton, University of Kentucky.
- Bungart, R., Hüttel, R. F., 2001: Production of biomass for energy in post-mining landscapes and nutrient dynamics. Biomass and Bioenergy 20(3): 181–187.
- Danilović, M., Stojnić, D., Vasiljević, V., 2013: Značaj osnivanja energetskog zasada bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) kratke ophodnje (The importance of the establishment of a short-rotation energy plantation of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.)). Traktori i pogonske mašine 18(4): 55–62.
- Dožić, S., Đukić, M., Bogdanović, G., Stanojlović, R., Lukić, S., Đunisijević-Bojović, D., Bjedov, I., 2010: Novi pristup rekultivaciji starog flotacijskog jalovišta u Boru (New approach to the reclamation of the old flotation tailings in Bor). Bulletin of the Faculty of Forestry 101: 35–48.
- Dražić, D., 2002: Multifunkcionalna valorizacija predela i ekosistema stvorenih rekultivacijom odlagališta površinskih kopova Kolubarskog basena (Multifunctional evaluation of landscapes and ecosystems created by landfill reclamation of surface mines of Kolubara basin). Monografija, Savezni sekretariat za rad, zdravstvo i socijalno osiguranje – Sektor za životnu sredinu, Beograd, 261p.
- Đorđević-Miloradović, J., Miloradović, M., Savić, N., 2012: Rekultivacija i ozelenjavanje deponija jalovišta i pepelišta u Kostolcu (Reclamation and greenness improvement deposits of barren soil and coal ash in Kostolac). II izdanje, Privredno društvo Rekultivacija i ozelenjavanje, Kostolac, 137p.
- Ehlert, D., Pacenka, R., Wiehe, J., 2012: Harvesters for Short Rotation Coppices: Current Status and New Solutions. Proceedings of the International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012, July 8–12, Valencia, Spain: 1–6.
- European Commission, 2005: Biomass action plan. Communication from the Commission of the European Communities, COM (2005)-628-final. Brussels, Belgium.
- Filcheva E., Noustorova, M., Gentcheva-Kostadinova, S. V., Haigh, M. J., 2000: Impact of Forestation on Organic Accumulation and Microbial Action in Surface Coal-Mine Spoils, Ecol. Eng. 15: 1–15.
- Grünwald, H., Böhm, C., Quinkenstein, A., Grundmann, P., Eberts, J., Wühlisch, G., 2009: *Robinia pseudoacacia* L.: A Lesser Known Tree Species for Biomass Production. BioEnergy Research 2: 123–133.
- Handler, F., Blumauer, E. 2010: Logistics for Harvesting Short Rotation Forestry with a Special Equipped Forage Harvester. Proceedings of the FORMEC 2010 Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment, July 11–14, Padova, Italy:1–8.
- Klašnja, B., Orlović, S., Galić, Z., Pap, P., Kalinić, M., 2006: Gusti zasadi topola kao sirovina za energiju (Dense poplar plantations as the raw material for the production of energy). Glasnik Šumarskog fakulteta 94: 159–170.
- Mantovani, D., Veste, M., Freese, D., 2012: Biomass production and water use of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) for short-rotation plantation. Geophysical Research Abstracts 14. OJ L, 2009: Directive 2009/28/EC Of The European Parliament and of The Council. Official Journal of the European Union 140, 5. 6. 2009.
- Paulson, M., Bardos, P., Harmsen, J., Wilczek, J., Barton, M., Edwards, D., 2003: The practical use of short rotation coppice in land restoration. Land Contamination & Reclamation 11(3): 323–338.
- Pavlović, V., 2013: Komponente održivog razvoja površinske eksploatacije uglja u Kolubarskom basenu (Componentes of sustainable development of surface mining in Kolubara basin). Zbornik radova, Međunarodna konferencija RBK & Ugalj: 17–21.
- Quinkenstein, A., Böhm, C., Freese, D., Hüttel, R. F., 2010: Short Rotation Coppice with *Robinia pseudoacacia* L. – A Land Use Option for Carbon Sequestration on Reclaimed Mine Sites. XVII<sup>th</sup> World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR), June 13–17, Quebec City, Canada.
- Quinkenstein, A., Pape, D., Freese, D., Schneider, B. U., Hüttel, R. F., 2012: Biomass, Carbon and Nitrogen Distribution in Living Woody Plant Parts of *Robinia pseudoacacia* L. Growing on Reclamation Sites in the Mining Region of Lower Lusatia (Northeast Germany). International Journal of Forestry Research: 10p.
- Redei, K., Veperdi, I., 2009: The role of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in establishment of short-rotation energy plantations in Hungary. International Journal of Horticultural Science 15(3): 41–44.
- Redei, K., Csiha, I., Keseru, Z., 2011: Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Short-Rotation Crops under Marginal Site Conditions. Acta Silv. Lign. Hung. 7: 125–132.
- Singh, A. N., Raghubanshi, A. S., Singh, J. S., 2002: Plantations as a tool for mine spoil restoration. Current Science 82(12): 1436–1441.
- Spasić, N., Stojanović, B., Nikolić, M., 2005: Uticaj rudarstva na okruženje i revitalizacija degradiranog prostora (The impact of mining on the environment and rehabilitation of degraded area). Arhitektura i urbanizam 16–17: 75–85.
- Zakon o rudarstvu Republike Srbije, 2009: (The Mining Law of the Republic of Serbia) Službeni glasnik RS, br. 44/95, 34/2006 i 104/2009.

---

Sažetak

---

*Korištenje biomase iz energijskih nasada bagrema*

U posljednjim desetljećima osnivanje kultura kratkih ophodnji postaje sve uobičajenije na marginalnim tlima, uključujući i odlagališta površinskih kopova. Tijekom ciklusa eksploatacije kulture kratkih ophodnji ne samo da proizvode drvenu biomasu za proizvodnju energije već i akumuliraju značajne količine ugljika iz tla i zraka. U navedenom slučaju kulture kratkih ophodnji za proizvodnju energije primarno su okolišno prihvatljive, što je upotpunjeno i njihovim gospodarskim značenjem. Obični bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) ima mnoge prednosti koje opravdavaju njegov izbor za osnivanje kultura kratkih ophodnji za proizvodnju energije. Osnovni je cilj ovoga rada procijeniti trenutno stanje bagremove kulture kratke ophodnje osnovane u jesen 2008. godine na odlagalištu površinskoga kopa »Kolubara« (Srbija), ali i utvrditi prinos suhe tvori običnoga bagrema po hektaru. Na pokusnim je plohama utvrđen broj stabala, promjer na mjestu reza (10 cm od tla), visina, prirast te masa stabla i količina biomase po debljinskim razredima. Utvrđen je visok postotak preživljavanja bagremovih sadnica (95,67 %), prosječni promjer stabala (6,83 cm), srednja visina stabala (7,15 m) i prinos standardno suhe drvene tvori (2,96 t/ha/god). Rezultati će ovoga istraživanja, provedena na pokusnoj kulturi kratke ophodnje za proizvodnju energije, biti vrlo korisni pri planiranju osnivanja budućih kultura kratkih ophodnji za proizvodnju energije na nisko proizvodnim tlima, ali i za odabir tehnika i tehnologija pridobivanja energijskoga drva iz kultura kratkih ophodnji.

*Ključne riječi:* kulture kratkih ophodnji, drvena biomasa, obični bagrem, *Robinia pseudacacia* L., rekultivacija, produkcija

---

Authors' address – Adresa autorâ:

Assoc. Prof. Milorad Danilović, PhD.

e-mail: milorad.danilovic@sfb.bg.ac.rs

Dušan Stojnić, MSc.

e-mail: dusan.stojnic@sfb.bg.ac.rs

Assoc. Prof. Dragan Gačić, PhD.

e-mail: dragan.gacic@sfb.bg.ac.rs

University of Belgrade, Faculty of Forestry

Kneza Višeslava street 1

11000 Belgrade

SERBIA

Vladislav Vasiljević, MSc.

e-mail: vasiljevic.v76@gmail.com

Kolubara Usluge d.o.o.

11550 Lazarevac

SERBIA

Received (Primljeno): October 02, 2013

Accepted (Prihvaćeno): November 11, 2013





# Optimization of Skidding Distances in Mountain Conditions with Different Skidding Devices

Zdravko Trajanov, Ljupcho Nestorovski, Pande Trajkov

## Abstract – Nacrtak

*In forestry practice, during forest harvesting there are many different situations while skidding timber assortments, which are dealt with individually depending on the circumstances.*

*The main purpose of this scientific paper is to offer a model for the calculation of the optimal distance for skidding timber assortments uphill or downhill, in mountain conditions. The working area i.e. the harvesting volume is situated between two storey (horizontal) forest roads. This solution would enable the forest experts to make the right decisions when planning timber assortment skidding, i.e. to achieve the most favorable financial results of the work.*

*The method is based on work efficiency i.e. the time required for skidding certain timber assortments (logs and firewood), when skidding is done by animals, adapted tractor equipped with winch, and mobile cable crane.*

*Keywords: skidding, timber assortments, optimal distance, uphill, downhill, logs and firewood*

## 1. Introduction – Uvod

In practice, during forest harvesting, a goal is set in order to determine the methodology for skidding a certain volume of wood for a minimum time, ensuring at the same time that any environmental disruption in the forest is kept at the lowest possible level. In that way, the highest work efficiency is achieved i.e. the highest income per unit of assortment is attained.

Starting from here, the factors that should be determined before the skidding starts are the area and the harvesting volume, which should be optimally skidded uphill and downhill.

In this scientific paper, the following factors were determined mathematically:

- ⇒ Factor  $x$ , which represents the timber volume skidded uphill.
- ⇒ Factor  $(1-x)$ , which represents the timber volume skidded downhill.

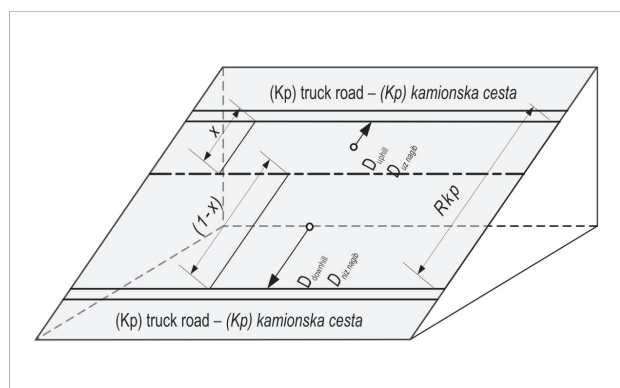
For the purpose of this research, separate field studies of skidding were made, which include skidding with: animals – horses, adapted agricultural tractor (Ford) equipped with a winch, and mobile cable

crane – Kohler. The same work technology for producing assortments was used for all types of skidding. According to this technology, timber assortments were produced directly at the spot where trees had been felled. Most common assortments were firewood with the length of 1 meter and technical wood (logs) with the length of 3 to 6 meters. For the above reasons, field research was carried out to examine the effect of different types of skidding in normal (typical) working conditions in mountainous terrain, namely in the mountains of Plackovica and Kozuf.

The micro-relief is medium developed, crisscrossed by many smaller or bigger watercourses. The gradient of the terrain is 40%. In such conditions, beech tree forest is developed, ass. *Fagetum montanum*. The assortment structure of trees in the researched areas is 60% firewood and 40% technical wood or logs.

## 2. Model for calculating the coefficient $x$ *Model za izračun koeficijenta $x$*

The model developed by Akimovski and Nasteovski (1987) and by Akimovski (1966), which is studied



**Fig. 1** Felling site between two parallel roads in mountain conditions

**Slika 1.** Radilište smješteno između dviju paralelnih cesta u planinskim uvjetima

here, presents a solution for skidding in mountain conditions when the felling site is situated between two horizontal forest roads. The graphic display of the felling site is shown in Fig. 1.

According to function 1, the factor ( $x$ ) is calculated by differential calculation of the first statement from the sum of the functions of the time needed for skidding of: logs downhill, logs uphill, firewood downhill, and firewood uphill (function – 2).

$$\frac{DV_{sum}}{Dx} = 0 \quad (1)$$

$$V_{sum} = V_{tp} + V_{tu} + V_{op} + V_{ou} \quad (2)$$

Legend:

$V_{sum}$  – total skidding time,

$V_{tp}$ ,  $V_{tu}$ ,  $V_{op}$ ,  $V_{ou}$  – skidding time for logs downhill, logs uphill, firewood downhill, firewood uphill.

In order to adjust the ideal model to the real situations, the adjusted average timber skidding distance could be calculated. The adjusted average timber skidding distance is a real mean distance of skidding from the so-called middle tree, which is situated in the center of the researched area, to the temporary depot. Equations 3 and 4 can be used to calculate the adjusted length of the average timber skidding distance.

$$L_{ds} = \sqrt{\frac{H^2}{ids^2} + H^2} \quad (3)$$

$$L_n = \sqrt{\frac{H^2}{in^2} + H^2} \quad (4)$$

Legend:

$L_n$  – length of the terrain line in meters,

$L_{ds}$  – length of skidding distance in meters,

$H$  – height remainder in meters,

$in$  – terrain gradient,

$ids$  – gradient of the means of skidding.

The adjusted length can be calculated with formula 5.

$$dkor = \frac{L_{ds}}{L_{ns}} \quad (5)$$

$dkor$  – adjusted length.

The methodology of work is presented in the scientific paper written by Trajanov and Nestorovski (2008).

### 3. Results of research – Rezultati istraživanja

This research is based on the work of the means of skidding researched by Trajanov and Nestorovski (2008), Trajanov and Nestorovski (2009) and Trajanov et al. (2012). In addition, the adjusted length presents a factor that neutralizes the effect of the terrain gradient in relation to determining factor  $x$ .

**Table 1** Value of the coefficient  $x$  in relation to terrain gradient

**Tablica 1.** Vrijednost koeficijenta  $x$  u odnosu na nagib teren

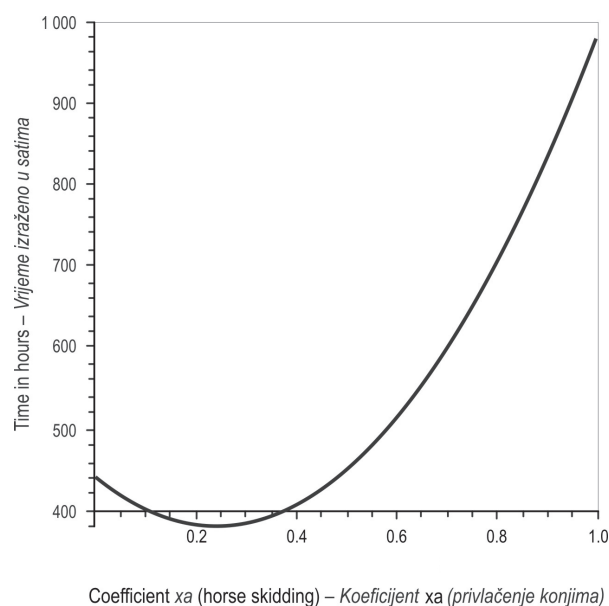
| Terrain gradient<br><i>Nagib terena</i> | Horse<br><i>Konj</i>              | Tractor<br><i>Traktor</i> | Cable crane<br><i>Žičara</i> |
|---|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| %                                       | Coefficient $x$ – Koeficijent $x$ |                           |                              |
| 20                                      | 0.23                              | 0.36                      | 1.00                         |
| 30                                      | 0.24                              | 0.36                      | 1.00                         |
| 40                                      | 0.24                              | 0.36                      | 1.00                         |
| 50                                      | 0.25                              | 0.36                      | 1.00                         |
| 60                                      | 0.26                              | 0.36                      | 1.00                         |
| 70                                      | 0.26                              | 0.36                      | 1.00                         |

Table 1 shows that the gradient presents a factor not influencing the value of the factor  $x$ . The amount of the used volume of wood has an insignificant influence on the factor  $x$ , and therefore it is not the subject of research in this paper.

#### 3.1 Coefficient $xa$ for horse skidding – Koeficijent $xa$ za privlačenje konjima

The coefficient  $xa$  is a part (fraction) of the distance between truck roads ( $R_{kp}$ ) that provide wood, which should be optimally skidded uphill by horse skidding. The coefficient  $(1-xa)$  is a part (fraction) of the distance





**Fig. 2** Value of the coefficient  $x_a$  in relation to the time needed for skidding the wood volume of 300 m<sup>3</sup>/ha

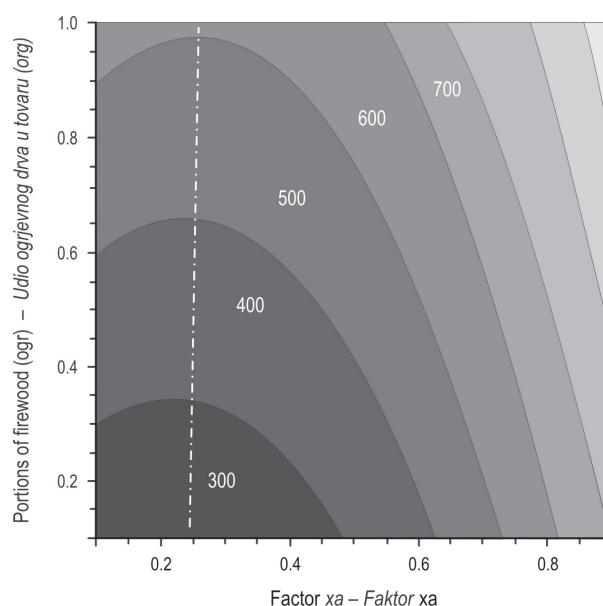
**Slika 2.** Vrijednost koeficijenta  $x_a$  u odnosu na vrijeme koje je potrebno za privlačenje 300 m<sup>3</sup>/ha drva

between truck forest roads (Rkp) that provide wood, which should be optimally skidded downhill by horse skidding.

With differential calculation, i.e. by calculating the first statement of  $x_a$  from the total skidding time, the factor  $x_a = 0.24$  has been determined. This means that the work would be done optimally if 24% of the area, including the volume of wood that gravitates towards the higher road, were skidded uphill, whereas the remaining area of 76% were skidded towards the lower road i.e. downhill. According to this proportion, it can be logically concluded that the horse engaged in uphill skidding would not perform well. The values of  $x_a$  in relation to the time needed for skidding (hours) of the assumed wood volume of 300 m<sup>3</sup>/ha is graphically presented in Fig. 2.

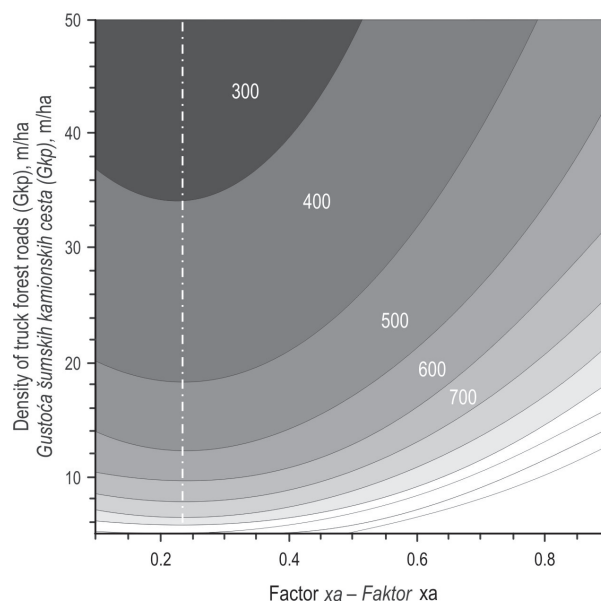
To determine the relation and the influence of the factor  $x_a$ , a two-dimensional diagram with zone display has been used. In the diagram, the zone is the area in which the influence of two factors has a value within the range of the zone itself. This type of diagram has been used as a display, because in practice the truck forest roads are not ideally parallel, and the terrain itself is not ideally flat, thus one cannot talk about demarcation of an area for skidding uphill or downhill.

Fig. 3 presents the relation of factor  $x_a$  to the assortment structure of wood volume, i.e. the portion of firewood in the total volume of wood. With a devia-



**Fig. 3** Time (hours) needed for skidding the wood volume of 300 m<sup>3</sup>/ha in relation to factor  $x_a$  and different portions of firewood (ogr)

**Slika 3.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje 300 m<sup>3</sup>/ha drva u odnosu na faktor  $x_a$  i različite udjele ogrievnoga drva u tovaru (ogr)



**Fig. 4** Time (hours) needed for skidding the wood volume of 300 m<sup>3</sup>/ha in relation to factor  $x_a$  with different density of forest roads (Gkp)

**Slika 4.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje 300 m<sup>3</sup>/ha drva u odnosu na faktor  $x_a$  i različitu gustoću šumskih cesta (Gkp)

tion of the optimal factor  $x_a = 0.24$ , the time needed for skidding wood assortments increases. In the same way, with the increase of the portion of firewood in the

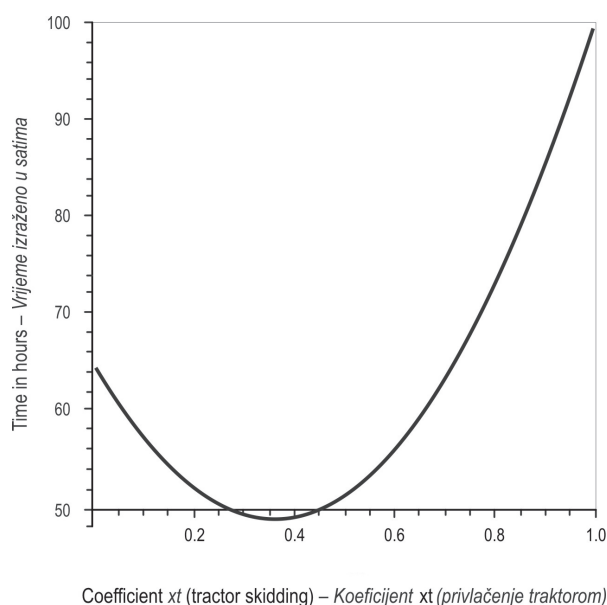
total volume of wood, the time needed for skidding also increases.

Fig. 4 presents the relation of factor  $xa$  to the density of forest roads in an area unit. With a deviation from the optimal factor  $xa = 0.24$ , the time needed for skidding timber assortments is increased. When the density of truck forest roads (Gkp) is increased, the time needed for skidding is reduced.

The results of this research apply to the standard assortment method, in which the assortments are processed on the spot: the wood is cut, and from there the process of horse skidding begins. The horses belong to the category of medium-heavy trained horses.

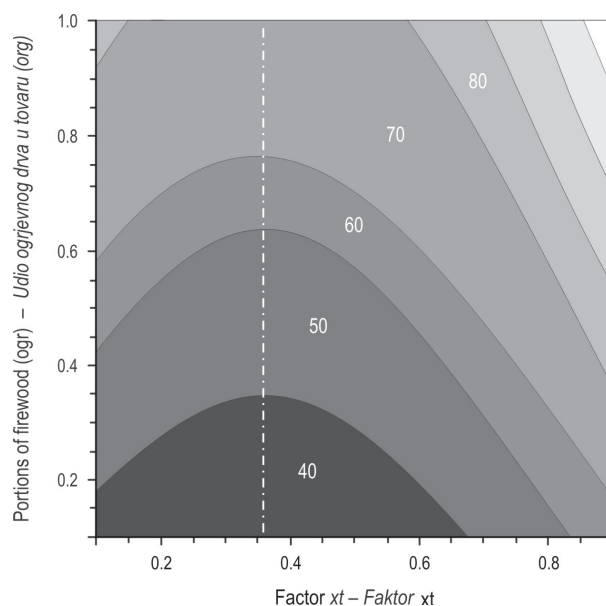
### 3.2 Coefficient $xt$ for skidding with a tractor equipped with winch – Koeficijent $xt$ za privlačenje traktorom opremljenim vitlom

In the research of tractor skidding, the results refer to the preparation of the load, skidding made on skid trails, and unloading of assortments at the roadside landing as stated by Angelov (1973). The extraction of the assortments from the place where they are cut to the skid trail, by the comber, is not taken into consideration in the calculations. Coefficient  $xt$  is a part (fraction) of the distance from the truck forest roads (Rkp), which should be optimally skidded uphill when the skidding is done with a tractor. Coefficient  $(1 - xt)$  is a part (fraction) of the distance from the truck forest roads (Rkp),



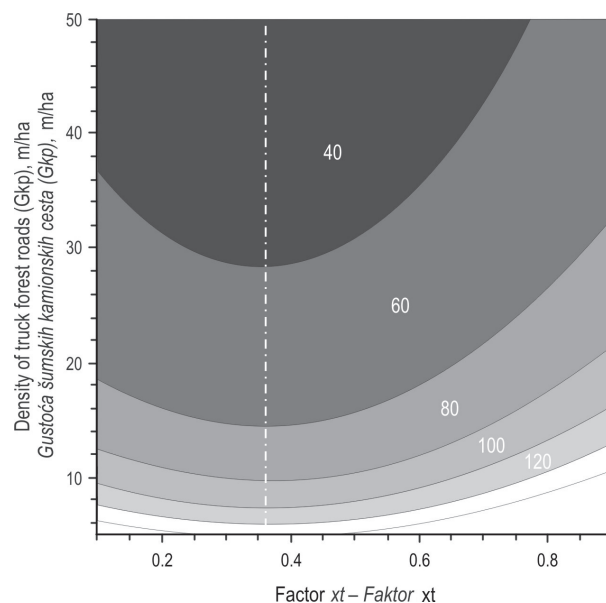
**Fig. 5** Values of the coefficient  $xt$  of tractor skidding in relation to the time needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$

**Slika 5.** Vrijednost koeficijenta  $xt$  pri privlačenju traktorom u odnosu na vrijeme koje je potrebno za privlačenje  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  drva



**Fig. 6** Time (hours) needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  in relation to factor  $xt$  and different portions of firewood (ogr)

**Slika 6.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  drva u odnosu na faktor  $xt$  i različite udjele ogrjevnoga drva u tovaru (ogr)



**Fig. 7** Time (hours) needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  in relation to factor  $xt$  with different density of forest roads (Gkp)

**Slika 7.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  drva u odnosu na faktor  $xt$  i različitu gustoću šumskih cesta (Gkp)

which should be optimally skidded downhill in fall when the skidding is done with a tractor.

With differential calculation, i.e. by calculating the first statement, the value  $xt = 0.36$  has been deter-

mined. This means that the skidding would be done optimally if 36% of the wood volume, which gravitates towards the higher road, were skidded uphill, whereas the remaining 64% were skidded towards the lower road i.e. downhill. According to this proportion, it can be logically concluded that the tractor has a better performance when the skidding is done downhill, and that there is no big difference when the skidding is done uphill. The values of  $xt$  in relation to the time (hours) needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  is graphically presented in Fig. 5.

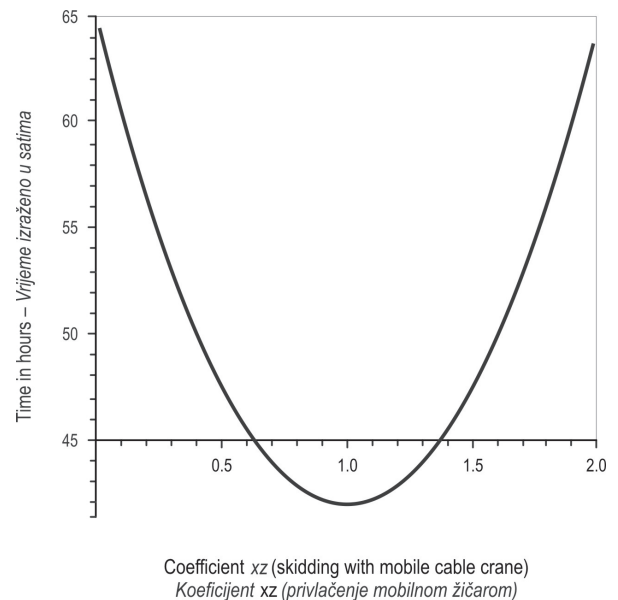
Fig. 6 shows the relation of factor  $xt$  to the assortment structure of wood volume, i.e. the portion of firewood in the total volume of wood. With a deviation from the optimal factor  $xt = 0.36$ , the time needed for skidding wood assortments is increased. The assortment structure also influences the time needed for skidding wood assortments. Thus, with the increase of the portion of firewood in the total volume of wood, the time needed for skidding also increases.

Fig. 7 shows the relation of factor  $xt$  to the density of the truck forest roads in an area unit. With a deviation from the optimal factor  $xt = 0.36$ , the time needed for skidding wood assortments increases. When the density of the truck forest roads (Gkp) is increased, the time needed for skidding is reduced.

### 3.3 Coefficient $xz$ for skidding with a mobile cable crane – Koeficijent $xz$ za privlačenje žičarom

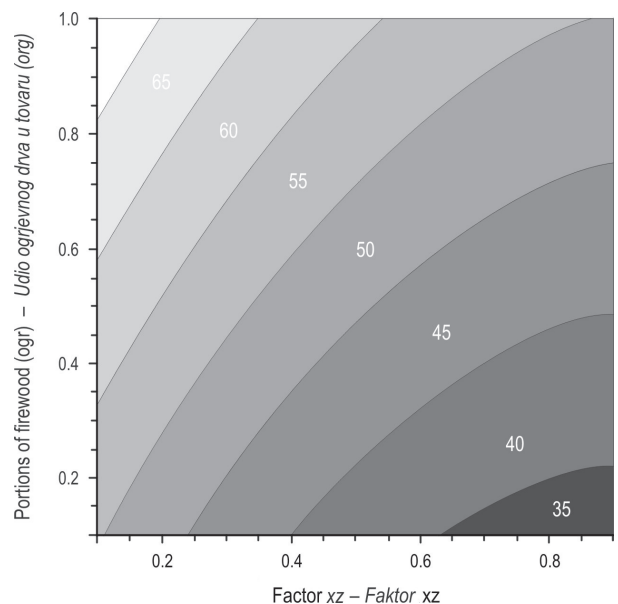
Coefficient  $xz$  is a part (fraction) of the distance from the truck forest roads (Rkp), which should be optimally skidded uphill when the skidding is done with a cable crane. Coefficient  $(1-xz)$  is a part (fraction) of the distance from the truck forest roads (Rkp), which should be optimally skidded downhill. According to the model for calculating the coefficient  $xz$ , it is necessary to determine the time needed for skidding one hectare of wood assortments with a cable crane, when the skidding is done uphill and downhill.

It has been determined by the first calculation that the value of  $xz$  is 1.00. This means that the skidding would be done optimally if the total volume of wood were skidded uphill. This can lead to the conclusion that the cable crane should be used when the skidding is done uphill. However, this result should be taken with reserve, because the terrain research has shown a certain defect of the cable railway brakes, which led to a relatively slow motion of the load. Construction of the cable railway also takes a lot of time, which again has a negative influence on the final outcome of the work. The curve of the function  $xz$  in relation to the time needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  has a parabolic shape and is shown in Fig. 8.



**Fig. 8** The value of coefficient  $xz$  for skidding with a cable crane in relation to the time needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$

**Slika 8.** Vrijednost koeficijenta  $xz$  pri privlačenju žičarom u odnosu na vrijeme koje je potrebno za privlačenje  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  drva

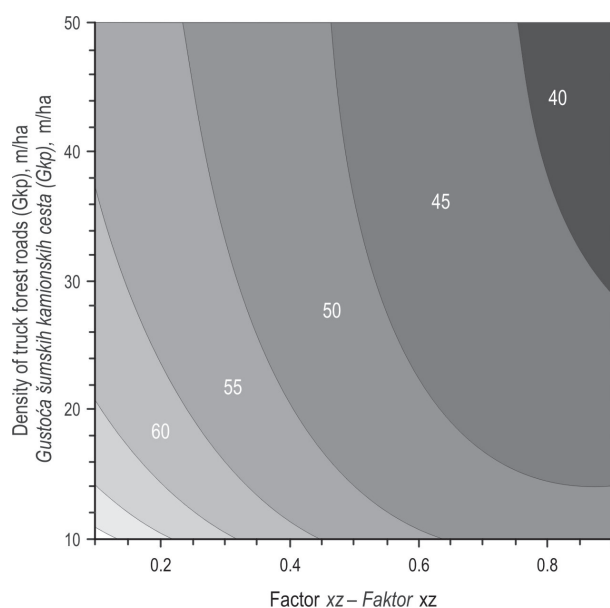


**Fig. 9** Time (hours) needed for skidding the wood volume of  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  in relation to factor  $xz$  and different portions of firewood (ogr)

**Slika 9.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  drva u odnosu na faktor  $xz$  i različite udjele ogrjevnoga drva u tovaru (ogr)

Fig. 9 shows the relation of factor  $xz$  to the assortment structure of wood volume, i.e. the portion of firewood in the total volume of wood. The diagram





**Fig. 10** Time (hours) needed for skidding the wood volume of 300 m<sup>3</sup>/ha in relation to factor  $xz$  with different density of truck forest roads (Gkp)

**Slika 10.** Vrijeme (sati) potrebno za privlačenje 300 m<sup>3</sup>/ha drva u odnosu na faktor  $xz$  i različitu gustoću šumskih cesta (Gkp)

shows that with a deviation from the optimal factor  $xz = 1.00$ , the time needed for skidding wood assortments increases. The assortment structure also influences the time needed for skidding wood assortments. Thus, with the increase of the portion of firewood in the total volume of wood, the time needed for skidding also increases.

Fig. 10 shows the relation of factor  $xz$  to the density of the truck forest roads in an area unit. With a deviation from the optimal factor  $xz = 1.00$ , the time needed for skidding of wood assortments increases. When the density of truck roads (Gkp) is increased, the time needed for skidding is reduced.

#### 4. Discussion and conclusions – Rasprava i zaključci

There is no general solution to the problem of skidding wood assortments uphill or downhill. One of the reasons are the many parameters with changeable character that influence the time of uphill and downhill skidding.

When the skidding is done with animals – horses, an ideal fraction of the distance from the truck forest

roads would be achieved if a fraction of 0.24 were skidded uphill, and if a fraction of 0.76 were skidded downhill.

When the skidding is done with a tractor, an ideal fraction of the distance from the truck forest roads would be achieved if a fraction of 0.34 were skidded uphill, and if a fraction of 0.66 were skidded downhill.

Considering the bad performance when the skidding is done downhill with a cable crane, the ideal fraction of the distance from the truck forest roads would be achieved if the skidding were done uphill with a fraction of 1.00, i.e. if the total volume of wood were skidded uphill. These results are taken with reserve because the brake mechanism of the researched cable crane was old.

In future, the aim of further studies could be the research of the coefficient  $x$  for horses of different size and strength, tractors and cable cranes from different manufacturers and with different performances, all in order to make the findings more complete and applicable.

#### 5. References – Literatura

- Akimovski, R., 1966: Research into the problem of opening the forests in Macedonia. Annual collection at the Faculty of Agriculture and Forestry, 1966, Skopje.
- Akimovski, R., Todorovski, S., Angelov, S., 1968: Research in skidding of beech tree logs with tractors in Macedonia. Annual collection at the Faculty of Agriculture and Forestry – Skopje, 1968, Skopje.
- Akimovski, R., Nastevski, D., 1987: A contribution to finding a solution to the problem of opening the forests with a primary road network. Forestry review no. 7–12, 1987, Skopje.
- Angelov, S., 1973: Optimal density of the forest and supply roads when supplying with a tractor IMT – 533. University Ss Cyril and Methodius, Skopje.
- Krstevski, K., Dzogovik, Z., 1987: Research into supply of wood products with a tractor TAF – 654. Forestry review no. 7–12, Skopje.
- Trajanov, Z., Nestorovski, Lj., 2008: Optimal density of the road network in Republic of Macedonia. FAO/ECE/IUFRO seminar on infrastructure and transport in sustainably managed forest, Slovenian forest institute, Portoroz 2008.
- Trajanov, Z., Nestorovski, L., 2009: Dependence of the optimal density of the road network on the used volume of wood at skidding with horses. Forestry Review 2009, Skopje
- Trajanov, Z., Nestorovski, Lj., Trajkov, P., 2012: Influence of some factors on the density of forest roads in the skidding with animals. Skopje 2012.

---

Sadržak

---

## Optimizacija udaljenosti privlačenja u planinskim uvjetima s različitim sredstvima rada

U šumarskoj praksi tijekom pridobivanja drva postoji mnogo različitih situacija u radnom procesu privlačenja drvnih sortimenata s kojima se postupa individualno ovisno o okolnostima radnoga okoliša te same metode i tehnologije rada.

Osnovni je cilj istraživanja, izložen u ovom znanstvenom radu, pružiti model za izračun optimalne udaljenosti privlačenja drvnih sortimenata uzbrdo ili nizbrdo u planinskim uvjetima. Područja istraživanja (radilišta) na kojima je drvo smještena su između dviju etažno (horizontalne po slojnicama) izvedenih šumskih cesta. Metodološki okvir istraživanja temelji se na radnoj učinkovitosti, odnosno vremenu u kojem je pojedini sortiment privučen (trupac ili ogrjevno drvo), u ovisnosti kada se privlačenje izvodi pomoću (a) životinja, (b) adaptiranoga poljoprivrednoga traktora opremljenoga s vitlom i (c) mobilnom žičarom.

Predloženi rezultati istraživanja smatraju se operativno primjenjivim te mogu šumskim stručnjacima poslužiti pri operativnom planiranju radi donošenja ispravne odluke u privlačenju drvnih sortimenata, odnosno postizanju najpovoljnijih financijskih rezultata rada.

Ključne riječi: privlačenje, drveni sortimenti, optimalna udaljenost, uzbrdo, nizbrdo, trupci i ogrjevno drvo

---

Authors' address – Adresa autorâ:

Asst. Prof. Zdravko Trajanov, PhD.\*  
e-mail: ztrajanov@sf.ukim.edu.mk  
Assoc. Prof., Ljupcho Nestorovski, PhD.  
e-mail: nestorovski@sf.ukim.edu.mk  
Prof. Pande Trajkov, PhD.  
ptrajkov@sf.ukim.edu.mk  
Faculty of Forestry  
16 Makedonska brigada br. 1  
1000 Skopje  
MACEDONIA

\* Corresponding author – Glavni autor

Received (Primljeno): April 15, 2013

Accepted (Prihvaćeno): July 12, 2013



# Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study

Boštjan Hribnik, Igor Potočnik

## Abstract – Nacrtak

*In the past, forest opening with forest roads was planned on the basis of forest wood production. By discovering the importance of other forest roles, gradual integration of individual role into planning processes of forest opening started. The modern approach to the planning of forest opening of multipurpose forests requires a simultaneous consideration of all forest roles. Economic justification for enlarging the existing forest road network is based on the density of forest roads, where the smallest total skidding and transportation costs occur. On this basis, insufficiently opened areas outside the band width of 574 m opened by each road are excluded. Further planning of opening insufficiently opened areas is based on terrain features and technical characteristics of the planned forest roads. The construction of an individually planned forest road is economically feasible when the reduction of wood skidding costs is bigger than the increase of transportation costs. The evaluation of the planned forest road in terms of the multipurpose forest role is done with the suitability map for forest road construction. It is based on the relative importance of each forest role, determined by a multicriteria decision-making method. Selection of the planned forest roads based on the multipurpose forest role represents the quality of the new approach to the planning of forest opening.*

*Keywords: network enlargement, insufficiently opened areas, multicriteria decision-making*

## 1. Introduction – Uvod

In the past, forest opening with forest roads was based on the economic criteria, and namely on the forest production role. The forest opening was planned with the aim to reduce skidding distances as well as skidding costs. During the period of the most intensive forest road construction in the eighties of the last century, the planning of forest opening was liable to the integration of individual farms and hamlets with a valley with the aim to keep the countryside alive.

Planning of forest opening with forest roads is limited by technical elements of forest roads, terrain characteristics, existing forest road network density and multipurpose role of forests. The impact of these elements on the planning of forest opening rises.

When planning the forest opening of a privately owned forest, the final decision on road construction is a matter of the forest owner's individual decision. In the case of small properties, it depends on the agree-

ment of all forest owners. A tendency for skidding wood within one's own property is constantly present. It depends on economic indicators and specified technical characteristics of forest roads and is therefore not always possible.

## 2. Defining the research problem *Definiranje problematike istraživanja*

The optimum density of forest roads represents the basis for the planning of forest opening and is calculated based on the economic criteria. On this basis, excluding the insufficiently opened forest areas, the possibility of further enlargement of forest road network can be perceived. When planning the construction of forest roads in insufficiently opened areas, the required technical elements of forest roads and all forest roles have to be considered.

The basic principles of opening the forest with forest roads are the same for both private and state for-



ests. When planning the forest opening, differences appear due to the size and shape of the forest property. Desiring to manage their property independently, private forest owners try to open their forest in the way to manage wood skidding and transporting independently of the adjoining forest owners. In certain cases the forest opening is also done on account of lower accessibility indicators.

### 3. Previous researches – *Dosadašnja istraživanja*

Researches in the field of forest opening with forest roads are extensive and they consider forest opening separately in economical, ecological or technological point of view. Some researches of the planning of forest opening with forest roads include several criteria but in no case all forest roles have been taken into account at the same time. Optimal forest road density is important for the planning of the entire forest road network and for determining insufficiently opened forest areas.

The determination of the distances between roads is important for the reduction of skidding costs (Ghafariyan et al. 2010). It was established in the research area that the average efficiency was  $6.70 \text{ m}^3/\text{h}$  and the average skidding costs  $27.60 \text{ €/m}^3$  based on 591 working cycles of wood skidding with the cable yarding. The optimal distance between the roads was then calculated on the basis of the road network and skidding costs at different skidding distances of cable yarding. The minimum total costs of wood skidding in one direction were  $42.88 \text{ €/m}^3$  at the road distance of 261 m and optimal road network density was  $38.3 \text{ m/ha}$ . In the case of wood skidding on the road in both directions, the smallest total costs were  $38.48 \text{ €/m}^3$  at the road distance of 400 m and the average road network density was  $26.8 \text{ m/ha}$ . Research has shown that the optimal distance between roads is reduced by the increase of the total volume skidded and increased by the increase of road network costs.

Optimal forest road density is crucial for an efficient and economical management of forests (Pičman and Pentek 1996). Due to high costs of the forest road construction, maintenance costs and high production costs, forest roads must be properly planned and economically feasible. In each area, it is necessary to justify the opening solutions. The following factors have to be considered: optimum accessibility, skidding conditions and minimum costs of construction, maintenance, transport and wood skidding as well as the value of forest and forest landscape. Matsumoto and Kitagawa (2000) studied the implementation of work in private forests depending on forest accessibility. In the study, they found

that the work efficiency declines with the distance from the road. Forest work is carried out at a distance of 300 m from the road, on average 210 m from the road. Average skidding distances of 275 m confirmed a need for further enlargement of forest road network.

The optimization model of forest road network considering economical, technical, technological, environmental, ecological and sociological factors was designed by Pentek (2002). Each factor was ranked according to the terrain conditions. The suitability of individual forest road location was determined with a total number of points. The survey considered a wide range of influential factors, but not the entire set of forest roles. Samani et al. (2010) developed a model of forest road planning through the use of GIS and AHP (Analytical Hierarchy Process) method at the same time. The study with the use of AHP method considered more influential factors at the same time: the terrain slope, soil type, geology, hydrological conditions, exposition, wood stock, tree species and maps. They excluded the areas that were considered the best, good, medium, worse and the worst according to their suitability for the forest road construction. In the selected areas, forest roads were planned using classical methods. With the help of the program PEGGER and suitability map, the possibility of simultaneous application of both methods in the planning of forest roads was finally shown.

In previous researches, impact factors of the forest road density were examined separately by individual factors or in the mutual interaction of a limited range of factors. Also, optimal densities of forest roads are differently calculated and they represent the basis for further planning of forest opening with forest roads. The complete set of forest roles, defined by the policy (Pravilnik o načrtih... 2010), were not taken into account. Due to the defined multipurpose role of forests, it is important for further forest opening to consider all defined forest roles at the same time.

### 4. Program and method of work – *Program i metode rada*

In this study, forest roads were investigated in the selected area in the municipality of Črna na Koroškem, on the basis of forest road cadastre, maintained by the Slovenian Forest Service (Kataster gozdnih cest... 2007). The survey area was chosen on the basis of the available database, which consists of a computerized map of forest roles, forest road cadastre, map of wood skidding forms and forest management plans of forest management units. The survey area was selected on the basis of economically feasible band width of 574 m, opened by each road (Hribernik 2013).

The following factors were analyzed on the selected research area:

- ⇒ existing network of public and forest roads,
- ⇒ wood skidding costs,
- ⇒ forest roles,
- ⇒ terrain characteristics.

In the selected research area, four different forest roads were planned from two standpoints, according to terrain characteristics and specified technical characteristics of forest roads. Forest roads were planned with the help of a terrain model based on points DMV 5 (Digitalni model višin 2010). The longitudinal slope of each planned forest road was verified by the CROSS SECTION tool, showing the vertical position of the road and the slope of the terrain at each leveling point.

Efficiency of forest road planning was checked with an accessibility coefficient (Lünzmann 1968), defined as the ratio between the average theoretical skidding distances on the basis of points DMV and the average theoretical skidding distances, calculated from the average road network density.

$$K_e = \frac{c \cdot t}{2500} \quad (1)$$

Legend:

- $K_e$  – accessibility coefficient,
- $t$  – average theoretical skidding distances calculated from points DMV to the road,
- $c$  – road density.

The average theoretical skidding distance from the points DMV to the road is calculated as the shortest distance from each point DMV to the nearest road. The calculation was made with the DISTANCE CALCULATOR tool in the MAPINFO program. The entire network of productive and merge roads is considered in the calculation. The theoretical average distance, obtained on the basis of the road network density, is calculated on the basis of the band width opened by each road (Uusitalo 2010).

The economic justification for the forest road construction is based on the difference between the existing and optimum forest road network density in the closed gravitational area. The optimal forest road network density is based on the lowest total skidding and transporting costs (Potočnik 1998). In the case of opening the selected research area, an economical argumentation is made based on skidding and transportation costs. The transportation costs include forest road maintenance costs and costs due to the permanent loss of growing area. The increase of driving costs as a result of the increased transport distance is not taken into account, since these costs are relatively small in

comparison to others (Potočnik 2004). Direct costs of forest road construction are also not calculated. Construction costs are indirectly considered based on individually planned routes of forest roads.

The costs of the permanent loss of the growing area are calculated on the basis of the area of the planned road and average value of the forest increment. It is identified with the help of the cadastral forest income by individual cadastral classes (Lestvice katastrskega dohodka... 2012) and forest areas by cadastral classes (Šegel 2000).

Forest road maintenance costs are calculated based on the planned types of forest roads and the extent of maintenance works, as given in the methodology for the calculation of the average maintenance costs (Uredba o pristojbini... 1994). The type and extent of these works are planned on the assumption that forest roads were properly planned and constructed and that forest road maintenance is carried out regularly. The calculation of maintenance costs includes the planned maintenance of one kilometer of forest roads (Uredba o pristojbini... 1994), and the price list of the selected contractors engaged for forest road maintenance in the research area (Cenik vzdrževalnih del... 2008).

The costs of wood skidding were calculated on the basis of the planned cut in the regulatory period (Gozdno gospodarski načrt gozdno gospodarske... 2007), the price list of the selected concessionaire in the national forests in the research area (Cenik delovnih ur... 2010) and the forest work quotes (Uredba o koncesiji... 2010). The type of wood skidding was determined based on a 50% terrain slope, which delimits skidding with tractor and cable yarding in economic terms (Košir 1990).

We calculated the average marked tree on the basis of planned cut for the period 1994 to 2009 in the broader research area. The average marked tree for conifers was 0.93 m<sup>3</sup> and for broad-leaved trees 0.55 m<sup>3</sup>. In the calculation of the average net marked tree, we used the calculation factor between gross and net marked tree, 0.88 for conifers and 0.85 for broad-leaved trees (Uredba o koncesiji... 2010).

The planned forest road is economically feasible when the reduction of wood skidding costs is higher with the increase of the transporting costs. The total reduction of skidding and transportation costs can provide a long-term investment compensation for the planned forest road construction.

The multipurpose forest role was evaluated by using a multicriteria decision-making (Saaty 1994). On this basis, assessments were made of all forest roles on a broader research area (Hribernik 2013). Based on the

calculated assessments and standardized values of forest roles, the suitability map of the regulatory units for forest road construction was designed according to the defined forest roles (Karta vlog gozda... 2007).

According to their suitability for forest road construction, the regulatory units were divided into four groups:

- ⇒ unsuitable: scoring value under 9.81,
- ⇒ less suitable: scoring value from 9.81 to 11.70,
- ⇒ suitable: scoring value from 11.71 to 13.60,
- ⇒ the most suitable: scoring value 13.61 and more.

The formed thematic map shows the suitability of individual areas for further forest road network enlargement according to the relative importance of the forest roles.

## 5. Research area – *Područje istraživanja*

The research area represents an insufficiently opened area of private multipurpose forests in the area of the municipality of »Črna na Koroškem«. The area is surrounded by the reef of Kozjapeč, public road »Koprivna – Sleme« and forest roads »Hed« and »Jankovec – Fek« (Fig. 1).

The main characteristics of the research area are:

- ⇒ multipurpose forest area is 67.20 ha,
- ⇒ planned cut in the regulatory period is 4.243 m<sup>3</sup>,

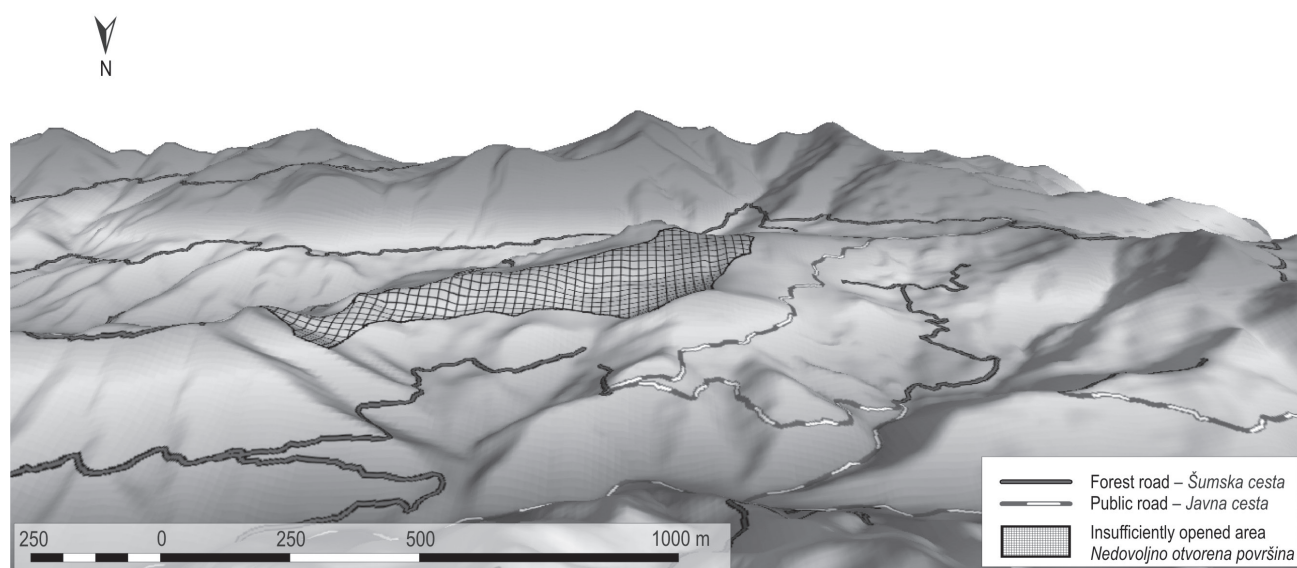
- ⇒ average theoretical skidding distance from the existing road network is 529 m,
- ⇒ average terrain slope is 34%.

## 6. Research results – *Rezultati istraživanja*

In the planning of forest opening of the selected area, we tried to consider the multipurpose forest role simultaneously with terrain characteristics and limitations due to longitudinal slope of the planned forest roads. We have designed four possible routes of forest roads, which open the selected area in different ways from two different standpoints (Fig. 2).

The planned forest roads A, B and C have a common standpoint within a forest property. They open the insufficiently opened area on different heights. The forest road D is planned from another standpoint and opens up the forest of the adjoining owners.

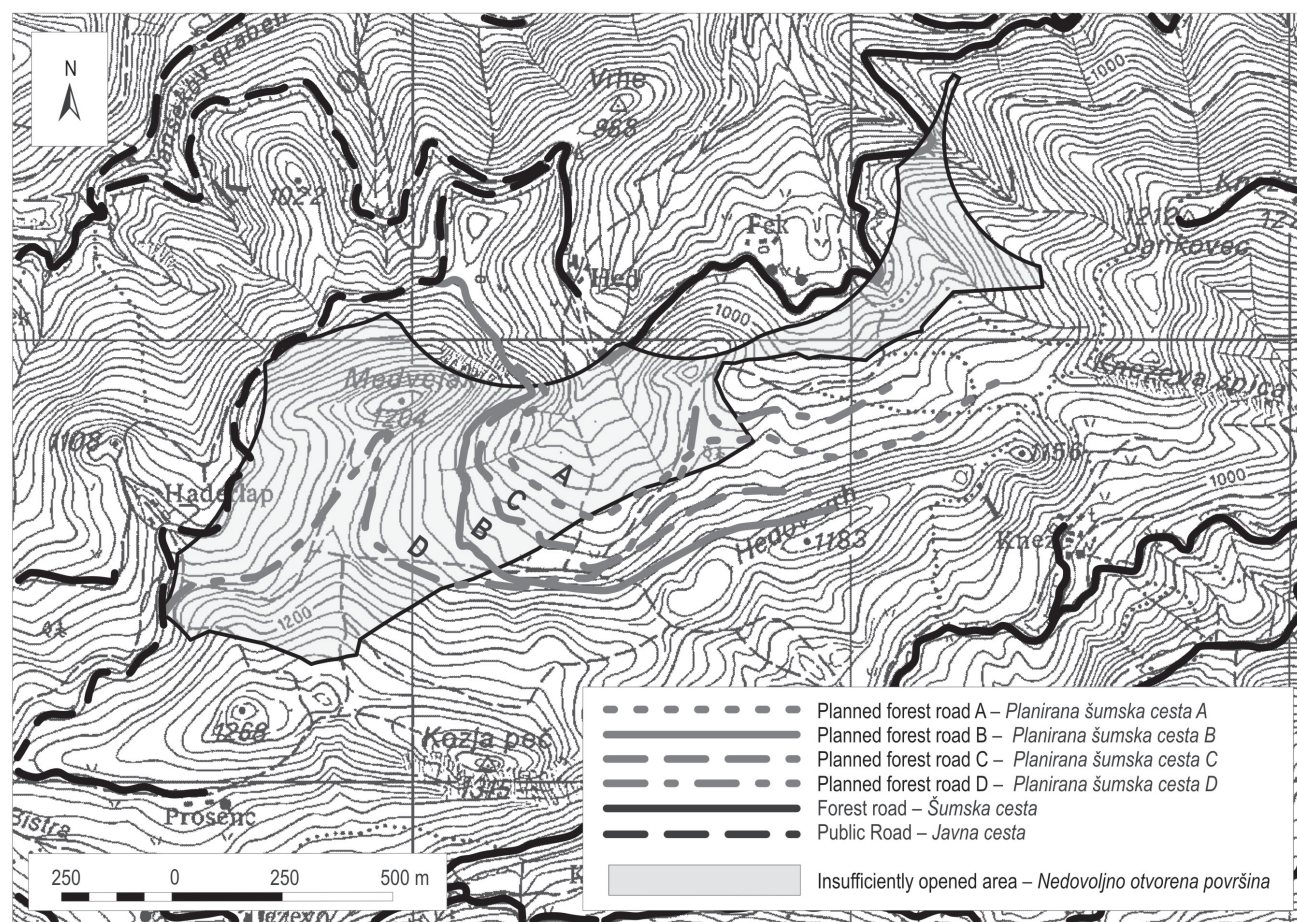
The planned forest roads A, B and C decline in the direction towards the public road. Critical sections for road construction on the route are at the length of 260 m, where the average terrain slope exceeds 70%. The length of the planned roads varies from 1 500 m to 1 870 m, with an average longitudinal slope of 3.0% up to 6.4%. The planned forest road D in the direction towards the public road first rises with an average incline of 7.3% and for the last 660 meters declines with an average longitudinal slope of 5.2%. The total length of the planned forest road D is 2.492 m.



**Fig. 1** Relief characteristics of research area

**Slika 1.** Terenske značajke područja istraživanja





**Fig. 2** Planned routes of forest road

**Slika 2.** Planirane trase šumskih cesta

### 6.1 Technical assessment – Tehnička ocjena

The success of the planning of forest road opening is based on the calculation of the average theoretical skidding distance and on the accessibility coefficient. Depending on the theoretical skidding distance and accessibility coefficient, the most suitable route of forest road D was planned. It represents the shortest skidding distance of 168 m and the most favorable accessibility coefficient of 1.37. The longest average theoretical skidding distance is reached with 250 m on the planned forest road C. The highest accessibility coefficient is 1.82 on the planned forest road B and is thereby the worst among all four planned forest roads.

On the basis of the slope map, further assessment of the suitability for road construction was made. It depended on the total length of the planned forest road sections by terrain slope gradient (Fig. 3).

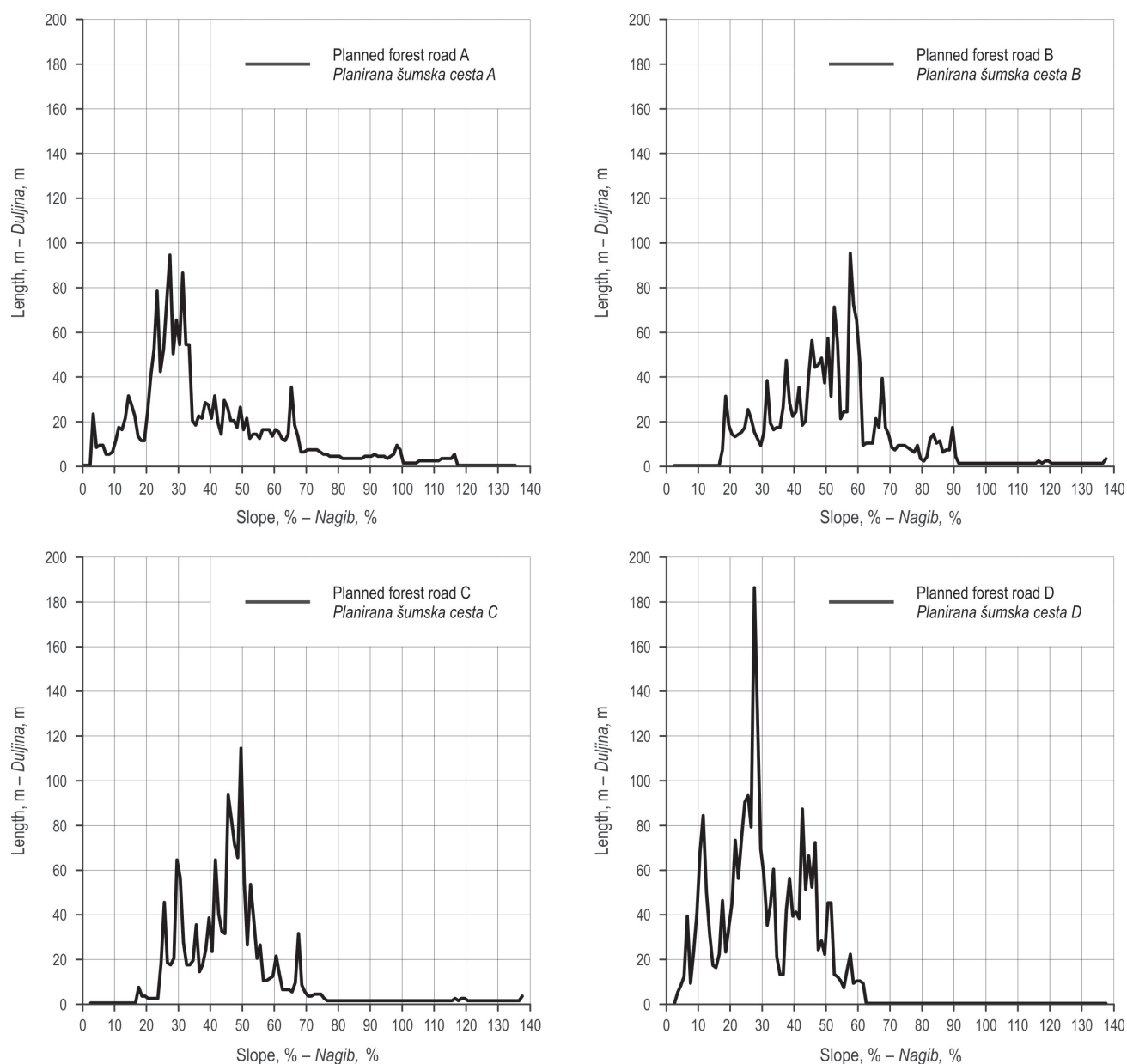
A detailed analysis of the planned forest roads points to different suitability of individual routes, be-

cause of the terrain slopes, planned excavation and the height of excavated side slopes. The planned forest roads A, B and C are on extremely steep terrain in certain sections. The maximum terrain slope on the planned forest road A reaches up to 120%, and on the planned forest road B and C even up to 140%. From this point of view, the most favorable planned forest road is D, where the highest terrain slope does not exceed 60%.

### 6.2 Economical assessment – Ekonomska ocjena

Assessment of the economic suitability of the planned forest roads was made on the basis of total reduction of skidding and transporting costs. Due to the defined terrain slopes, the research area is suitable for skidding wood with a tractor. The planned forest road construction retains the type of wood skidding, since due to the reduced skidding distances, wood skidding costs are reduced as well. The enlargement of forest road network also increases the transportation costs.





**Fig. 3** Section lengths on planned forest roads by different terrain slopes

**Slika 3.** Dujine sekcija planiranih šumskih cesta s obzirom na različite nagibe terena

Reduction of wood skidding costs is higher on all planned forest roads than the increase of transportation costs. Therefore, the construction of each planned route is economically feasible. The highest total cost reduction of 319 € is expected on planned forest road C, while the lowest savings of 69 € are expected on the planned forest road D. When calculating the costs of the planned forest road construction, it is possible to select the economically most favorable planned forest road, with a fast return of construction costs.

### 6.3 Assessment based on multipurpose forest role – Ocjena temeljena na multifunkcionalnoj ulozi šume

The success of laying the planned forest roads was checked with a suitability analysis, based on the multipurpose forest role. The suitability scoring value for each of the planned roads was calculated as the average scoring value of individual road sections, assessed by the length of road sections. Besides the average scoring

value, it is important to determine the lowest scoring value of regulatory units through which the forest road is planned based on the multipurpose forest role.

Regarding the multipurpose forest role, the planned forest road D is the most appropriate. Its average scoring value is 13.52. The least suitable is forest road B with the scoring value of 12.85. In addition, the planned forest road D has the highest average scoring value as well as the highest minimum scoring value of 12.92. This may limit the road construction on individual sections of the planned forest road because of the limitations of individual forest roles.

#### 6.4 Final assessment – *Ukupna ocjena*

The planned forest roads in the research area differ in a number of items. From the technological aspect, the preferred route is the planned forest road D, which provides the lowest accessibility coefficient at a maximum total length. Greater total length also means the increase of total transportation costs and forest road maintenance costs. The construction of the planned forest road D is economically feasible by the annual reduction of skidding costs, which exceed the increase of transportation costs. Based on the economic indicators, the planned route C brings the maximum savings due to the cost reduction.

Direct construction costs were not calculated for any of the planned forest roads. Difficulties in the road construction were assumed on the basis of the total length of the road sections by terrain slope. The estimated construction costs of the planned forest road D are the lowest due to lower terrain slope, despite the maximum total length of the planned route. The main problem of the remaining three planned forest roads is crossing the terrain slopes over 100%. In addition to high construction costs, more problems with the stability of excavated and causeway side slopes arise.

The assessment of the planned forest roads on the basis of the multipurpose forest role also demonstrates greater suitability of the planned forest road D. The planned forest road D has the highest average scoring value and the least critical road sections with the lowest scoring value.

Irrespective of technical and economical assessments and results obtained on the basis of multipurpose forest role, the final decision on the selection of the planned forest road is a matter of agreement between the owner and co-owners and their cooperation.

### 7. Discussion – *Rasprava*

Forest opening with forest roads was planned in the research area, which represents the selected insuff-

iciently opened area of multipurpose forests. In the planning of opening of the selected area, we tried to determine the forest road route that would consider the multipurpose forest role as much as possible. At the same time, we also considered the terrain characteristics and limitations of forest road longitudinal slope. Due to specific location of the research area, the planning of the forest opening was made from two different standpoints on the public road and with four planned forest road routes that suit the individual assessment criteria in different ways.

The planned forest roads A, B and C in comparison to forest road D have lower overall length but they cross the area with a larger terrain slope. Due to the more favorable location, the planned forest road D has the shortest average skidding distance and the most favorable accessibility coefficient ( $K_e = 1.37$ ) and also the largest decrease of skidding costs. The planned forest road C shows the maximum difference between the annual skidding costs reduction and the annual transportation cost increase, but the construction is planned in areas with a higher terrain slope. According to the complexity of the road construction, the road D has the most advantages and the maximum terrain slope does not exceed 60%. In the light of all forest roles, the final assessment shows that the planned forest road D is the most acceptable because it is planned through regulatory units that are the most acceptable for the construction of forest roads.

The final decision on the selection of the planned forest road is not an easy one and remains a matter of forest owner's decision based on advantages and disadvantages of the planned forest roads, depending on the economic and technical criteria and the multipurpose forest role. Regarding general suitability of the research area, all four planned forest roads are acceptable in terms of the multipurpose forest role.

### 8. Conclusion – *Zaključak*

Planning the opening of multipurpose forests with forest roads is basically the same for national and private forests. First of all, the forest opening must be economically feasible and planned in accordance with the specified technical characteristics of forest roads and terrain features. According to a defined multipurpose forest role, for planning further forest opening it is necessary to consider all forest roles simultaneously and equally.

The final results of the planning of forest opening are different routes of the planned forest roads, which open up the forest successfully in different ways. In

the national forests, the final decision on the selection of the planned forest road route is a matter of technical and economic assessment and assessment of the multipurpose forest role. The final choice in private forest is additionally affected by the owner's desire to open the forest within his property. Final decisions are, therefore, in certain cases made on the account of lower accessibility indicators.

## 9. References – *Literatura*

- Anon., 1994: Uredba o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest. Ur. l. RS št. 38/1994.
- Anon., 2007: Kataster gozdnih cest gozdno gospodarske enote Črna – Smrekovec. Zavod za gozdove Slovenije, Slovenj Gradec.
- Anon., 2007: Karta vlog gozda gozdno gospodarske enote Črna – Smrekovec. Zavod za gozdove Slovenije, Slovenj Gradec.
- Anon., 2007: Gozdno gospodarski načrt gozdnog ospodarske enote Črna – Smrekovec. Zavod za gozdove Slovenije, Slovenj Gradec.
- Anon., 2008: Cenik vzdrževalnih del na gozdnih cestah za leto 2008. Občina Črna na Koroškem, Črna na Koroškem.
- Anon., 2010: Cenik delovnih ur za delo v državnih gozdovih v letu 2010. GG Slovenj Gradec, Slovenj Gradec.
- Anon., 2010: Digitalni model višin <<http://e-prostor.gov.si/index.php?id=263>> (10.03.2012).
- Anon., 2010: Uredba o koncesiji za izkoriščanje gozdov v lasti Republike Slovenije. Ur. l. RS št. 98/2010.
- Anon., 2012: Lestvice katastrskega dohodka za leto 2010. <[http://e-prostor.gov.si/fileadmin/ZK/katastrska\\_klasifikacija\\_zemljisc/KD\\_2010.pdf](http://e-prostor.gov.si/fileadmin/ZK/katastrska_klasifikacija_zemljisc/KD_2010.pdf)> (Pristupljeno 23. 2. 2012.)
- Ghaffariyan, M. R., Stampfer, K., Sessions, J., 2010: Optimal road spacing of cable yarding using a tower yarder in Southern Austria. *European Journal of Forest Research* 129(3): 409–416.
- Hribernik, B., 2013: Model zgoščevanja omrežja gozdnih cest v večnamenskem gozdu. Doktorsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 1–175.
- Košir, B., 1990: Ekonomsko-organizacijski vidiki razmejitve delovnega območja žičnih naprav in traktorjev pri spravilu lesa. Doktorsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 1–337.
- Lünzmann, K., 1968: Der erschliessungs koefizient, eine Kennzahl zur Beurteilung von Waldwegenetzen und seine Anwendung bei Neuplanungen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 87(1): 237–248.
- Matsumoto, T., Kitagawa, K., 2000: Analysis of the road network in a mountainous area and indices used to evaluate the network. *Journal of the Japanese Forestry Society* 82(2): 154–162.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže umskih cest s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–271.
- Pičman, D., Pentek, T., 1996: Čimbenici koji utječu na opravdanost izgradnje mreže šumskih prometnica. Savjetovanje »Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996.«, Knjiga 2, Zaštita šuma i pridobivanje drva, Zagreb, 239–300.
- Potočnik, I., 1998: Gozdne prometnice v luči predpisov o graditvi objektov (Pripravljalni seminar za Strokovni izpit po ZGO – gozdarstvo). Ljubljana 1998, p. 27.
- Potočnik, I., 2004: Gozdne prometnice – študijsko gradivo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 1–211.
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. Ljubljana 2010. Ur. l. RS št. 91/2010.
- Saaty, T. L., 1994: Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process. Pittsburgh, p. 527.
- Samani, K. M., Hosseiny, S. A., Lotfalian, M., Najafi, A., 2010: Planning road network in mountain forests using GIS and Analytic Hierarchical Process (AHP). *Caspian Journal of Environmental Sciences* 8(2): 151–162.
- Šegel, A., 2000: Vzorčne parcele v katastrskem kraju Črna. Slovenj Gradec, 1–37.
- Uusitalo, J., 2010: Introduction to forest operations and technology. JVP Forest Systems, 1–287.

---

Sazetak

---

*Otvaranje višefunkcionalnih privatnih šuma – studija slučaja*

Prijašnja otvaranja šumskih područja šumskim prometnicama planirana su na temelju proizvodnje drva iz šuma. Isticanje važnosti ostalih funkcija šuma (zaštitne, turističke i sl.) rezultiralo je postupnom integracijom individualnih uloga u proces planiranja otvaranja šuma. Suvremeni pristup pri planiranju otvaranja višenamjenskih šuma zahtijeva istodobno uzimanje u obzir svih funkcija šumskoga područja. Ekonomski argumenti proširenja postojeće mreže šumskih cesta temelje se na gustoći šumskih cesta na kojoj se ostvare najmanji ukupni troškovi privlačenja i transporta. Temeljem navedenoga isključena su nedovoljno otvorena područja izvan širine pojasa od 574 m koji svaka cesta otvara. Buduće planiranje otvaranja nedostavno otvorenih područja temelji se na terenskim značajkama i tehničkim obilježjima planiranih šumskih cesta. Izgradnja individualno planirane šumske ceste ekonomski je opravdana kada je smanjenje troškova privlačenja veće od povećanja troškova prijevoza. Vrednovanje planirane šumske ceste u smislu višenamjenske uloge šumskoga područja izvedeno je s kartom pogodnom za izgradnju šumske ceste. Istraživanje je temeljeno na važnosti svake funkcije šumskoga područja koje je utvrđeno metodom višekriterijskoga odlučivanja. Odabir planiranih šumskih cesta na osnovi višefunkcionalnih uloga šumskoga područja dodana je vriednost novomu pristupu planiranja otvaranja šuma.

*Ključne riječi:* proširenje mreže, nedovoljno otvorena područja, višekriterijsko odlučivanje

---

Authors' address – *Adresa autorâ:*

Boštjan Hribernik, PhD.\*

e-mail: bostjan.hribernik@bf.uni-lj.si

Prof. Igor Potočnik, PhD.

e-mail: igor.potocnik@bf.uni-lj.si

Biotechnical Faculty

Department of forestry and renewable forest resources

Večna pot 83

1000 Ljubljana

SLOVENIA

\* Corresponding author – *Glavni autor*

Received (*Priljeno*): November 01, 2013

Accepted (*Prihvaćeno*): November 19, 2013





# Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine

Dževada Sokolović, Muhamed Bajrić

## Nacrtak – Abstract

*Od samih početaka otvaranja šuma pa do danas u Federaciji Bosne i Hercegovine velike su oscilacije u svim segmentima vezanima uz šumsku prometnu infrastrukturu. Sredinom prošloga stoljeća dosta je jaka planska izgradnja i održavanje, a potom slijedi potpuna stagnacija devedesetih godina prošloga stoljeća. U radu je prikazano aktualno stanje u šumskoj prometnoj infrastrukturi u FBiH, s naglaskom na otvorenost šuma, način projektiranja, postojeće šumske ceste i objekte na njima, na intenzitet i kvalitetu izgradnje, intenzitet i kvalitetu rekonstrukcije, na otvaranje traktorskim putovima i žičarama. Nakon provedene analize u ovom su radu izdvojeni najznačajniji čimbenici i dane preporuke za poboljšanje postojećeg stanja u šumskoj prometnoj infrastrukturi u FBiH.*

*Ključne riječi: šumska prometna infrastruktura, planiranje, projektiranje, izgradnja, održavanje*

## 1. Uvod i problematika istraživanja Introduction and research problems

Otvaranje šuma u Bosni i Hercegovini sredinom prošloga stoljeća odvijalo se prema provedenim studijama otvaranja pojedinih šumskih područja (Jeličić 1952). Sredstva za izgradnju usmjeravana su od prodaje drvnih sortimenata, a značajna je potpora osigurana državnim kreditima pod povoljnijim uvjetima. Intenzitet izgradnje bio je vrlo visok, u nekim razdobljima godišnje je građeno i do 300 km. Podaci prije početka rata u Bosni i Hercegovini (Anon. 1980) govore o duljini cesta koje otvaraju obrasla šumska zemljišta površine od 1 789 461 ha (1 158 354 ha visokih šuma i 631 107 ha panjača) i iznosi 12 052 km ukupno javnih i šumskih cesta. Od toga javne ceste čine 4 114 km (34 %), dok šumske ceste imaju duljinu od 7 938 km (66 %). Ako uzmemo u obzir samo visoke šume, koje su sa stanovišta proizvodnje drvnih sortimenata na tržištu najvažnije, njihova je prosječna otvorenost oko 7,02 m/ha. Ako gledamo ukupnu otvorenost svih vrsta šuma i šumskoga zemljišta, prosječna je otvorenost niža. Nažalost, zbog rata na ovim prostorima krajem dvadesetoga stoljeća takav je trend izgradnje zaustavljen.

Osim zaustavljanja izgradnje novih šumskih cesta dulje vrijeme postojala je neadekvatna upotreba te ne-

pravilno i neadekvatno održavanje, što je utjecalo na slabu kvalitetu šumskih prometnica općenito. Također, tehnički elementi prometnica koje su izgrađene prije nekoliko desetljeća u skladu s tada aktualnim tehničkim propisima (Jeličić 1957) nisu mogli u potpunosti podržavati primjenu modernih vozila za prijevoz drvnih sortimenata.

Nakon rata novom teritorijalnom organizacijom Federacija je podijeljena u deset kantona. U svakom kantonu za šumarstvo je odgovorno jedno javno poduzeće i kantonalna šumarska uprava. Rad kantonalnih šumarskih uprava prati i koordinira Federalno ministarstvo šumarstva.

U šumarstvu također nastaju bitne organizacijske promjene. Prijevoz drvnih sortimenata gotovo u cijelosti prelazi u ruke privatnih prijevoznika. Istodobno je očito povećanje broja privatnih poduzetnika koji uzimaju pod koncesiju kamenolome i rudnike koji se nalaze u šumi te se materijal prevozi šumskim cestama. Uz to treba napomenuti da je povećan interes lokalnih zajednica na šumskom području, a time i za šumske ceste.

Šumarstvo je u FBiH uređeno Zakonom o šumama koji je objavljen 2002. godine. Od kraja 2009. presudom Ustavnoga suda taj je zakon stavljen izvan snage. Vlada Federacije, kao prijelazno rješenje, donijela je Ure-

dbu o šumama koja se koristila u 2011. godini, ali se presudom Ustavnoga suda prestala primjenjivati od 6. 12. 2011. godine. U Parlamentu FBiH u postupku je usvajanje novoga zakona o šumama.

Planovi gospodarenja za sva područja u državnim šumama u FBiH propisuju se za razdoblje od deset godina u šumskogospodarskim osnovama (ŠGO), čija je izrada obveza uprave šumarskih poduzeća, a za privatne šume nadležnih kantonalnih ministarstava.

U okviru ŠGO provodi se izgradnja i rekonstruiranje šumskih cesta prema zacrtanom planu u prethodnom razdoblju i donose se planovi izgradnje i rekonstruiranja za iduće razdoblje. Realizacija svih aktivnosti koje su planirane u ŠGO i koje se tiču šumske prometne infrastrukture, tj. planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja prema Zakonu o šumama, u nadležnosti je šumarskih poduzeća. Sredstva za radove na šumskoj prometnoj infrastrukturi osiguravaju se od prodaje šumskih drvnih sortimenata. Iz istoga se izvora financiraju i brojni ostali radovi koje su šumska poduzeća obvezna provoditi. Iznos sredstava koja će se uložiti u šumsku prometnu infrastrukturu ovisi o iznosu ukupnih sredstava i osobne procjene uprave šumarskih poduzeća.

## 2. Cilj i metode istraživanja – *Aim and method of research*

Cilj je ovoga istraživanja analizirati otvorenost i stanje šumske prometne infrastrukture šuma Federacije Bosne i Hercegovine s obzirom na projektiranje, izgradnju i održavanje.

Pomoću opisne i analitičke metode provest će se pregled i analiza postojeće šumske prometne infrastrukture. U radu su korišteni podaci o ukupnoj duljini cesta, otvorenosti pojedinih šumskih područja, duljini i kvaliteti izgrađenih i rekonstruiranih šumskih cesta u promatranom razdoblju iz objavljenih podataka u Informacijama o gospodarenju šumama u FBiH i planovima gospodarenja od 2007. do 2011. godine (Anon. 2007, Anon 2008, Anon 2009, Anon 2010, Anon 2011). Na osnovi te metode utvrdit će se eventualni nedostaci koji će biti osnova za poboljšanje sadašnjega stanja šumske prometne infrastrukture u FBiH.

S obzirom na to da je za širu analizu kakvoće i količine šumske prometne infrastrukture potrebno raspolagati i brojnim ostalim parametrima koji se nisu mogli pronaći u službeno objavljenom izvoru, do potrebnih podataka o stanju na šumskim cestama koje obuhvaća i prikaz stanja objekata na cestama te detaljnije podatke o sekundarnoj mreži, primjeni žičara, raspoloživosti i stanju mehanizacije za gradnju i

održavanje, metodama projektiranja itd. došlo se metodom anketiranja svih šumarskih javnih poduzeća u FBiH. Nažalost, iz nekih javnih poduzeća nisu se dobili traženi podaci. Također, neki podaci koji su dobiveni nisu uzeti u analizu jer su ocijenjeni kao nelogični. Procjenjuje se da su provedenom anketom relevantni podaci dobiveni od oko 80 % od svih javnih šumarskih poduzeća u FBiH.

## 3. Područje istraživanja – *Area of research*

Područje istraživanja u radu je Federacija Bosne i Hercegovine koju čine deset kantona: 1. Unsko-sanski kanton, 2. Posavski kanton; 3. Tuzlanski kanton; 4. Zeničko-dobojski kanton; 5. Bosansko-podrinjski kanton; 6. Srednjobosanski kanton; 7. Hercegovačko-neretvanski kanton; 8. Zapadnohercegovački kanton; 9. Sarajevski kanton; 10. Kanton br. 10 (slika 1).



**Slika 1.** Kantoni u Federaciji Bosne i Hercegovine

**Fig. 1** Cantons in the Federation of Bosnia and Herzegovina

Na temelju podataka dobivenih iz javnih poduzeća koja upravljaju šumama, kantonalne uprave prikupljaju i dostavljaju podatke Federalnoj upravi koja ih ujedinjuje u jednu Informaciju o gospodarenju šumama Federacije. Prema Informaciji o gospodarenju šumama u FBiH za 2011. godinu i planovima gospodarenja za 2012. godinu (Anon. 2011) šume i šumska zemljišta u FBiH prostiru se na površini od oko 1 521 400 ha ili oko 48 % površine odnosno 0,66 ha/stanovniku. Područje istraživanja u ovom su radu državne šume u FBiH koje zauzimaju oko 1 244 400 ha ili oko 81,8 % od ukupne površine, dok privatne šume zauzimaju oko 277 000 ha ili oko 18,2 %.

Državne šume imaju sljedeću strukturu: visoke su šume na 568 432,2 ha ili 45,7 %, od čega je površina visoko gospodarskih šuma s prirodnom obnovom 485 658,5 ha, ili 39,0 %, što je s obzirom na važnost tih šuma na kojima se temelji šumska proizvodnja prilično

malo. Panjače su na 255 615,1 ha ili 20,5 %, što predstavlja značajnu površinu s obzirom na stanje i karakter tih šuma u kojima je tehnička kvaliteta dosta loša i drvena zaliha prilično mala. U ovim šumama moraju se provoditi više uzgojne mjere kako bi se prevodile u stabilne sastojine vrednijega vegetacijskoga oblika.

Neobraslo šumsko zemljište prostire se na 290 881,6 ha ili 23,4 %. Minirana područja u svim kategorijama šuma iznose 129 453,3 ha ili 10,4 %. Među tim šumama značajan postotak čine visoke gospodarske šume koje su isključene iz redovitoga gospodarenja. Ta su područja sigurnosni problem i stvaraju ekonomski gubitak jer se minirane površine ne mogu koristiti.

#### 4. Rezultati istraživanja – Results of research

##### 4.1 Kategorizacija cesta koje otvaraju šume u FBiH – Categorization of forest roads in FB&H

Šume u FBiH otvaraju javne i šumske ceste. U katastrima općina u skladu sa Zakonom o cestama FBiH sve ceste koje otvaraju šumsko područje vode se kao javne nekategorizirane ceste.

U ŠGO podaci o cestama koje otvaraju šume prikazani su u obliku tablica. Pri tome su ceste podijeljene u dvije kategorije: javne i šumske. Kako se ceste pri izradi ŠGO snimaju GPS-uređajima, njihova se duljina i prostorni položaj mogu dobiti u okruženju GIS-a – gra-

fički. U grafičkim podacima ceste su podijeljene u dvije skupine: asfalt i makadam (u ranijim ŠGO) ili lokalni put (u novim ŠGO). Grafički i tablični podaci pojmovno nisu usuglašeni tako da nije moguće na temelju tabličnih podataka o duljini šumskih cesta pratiti njihovu poziciju na terenu u grafičkim podacima.

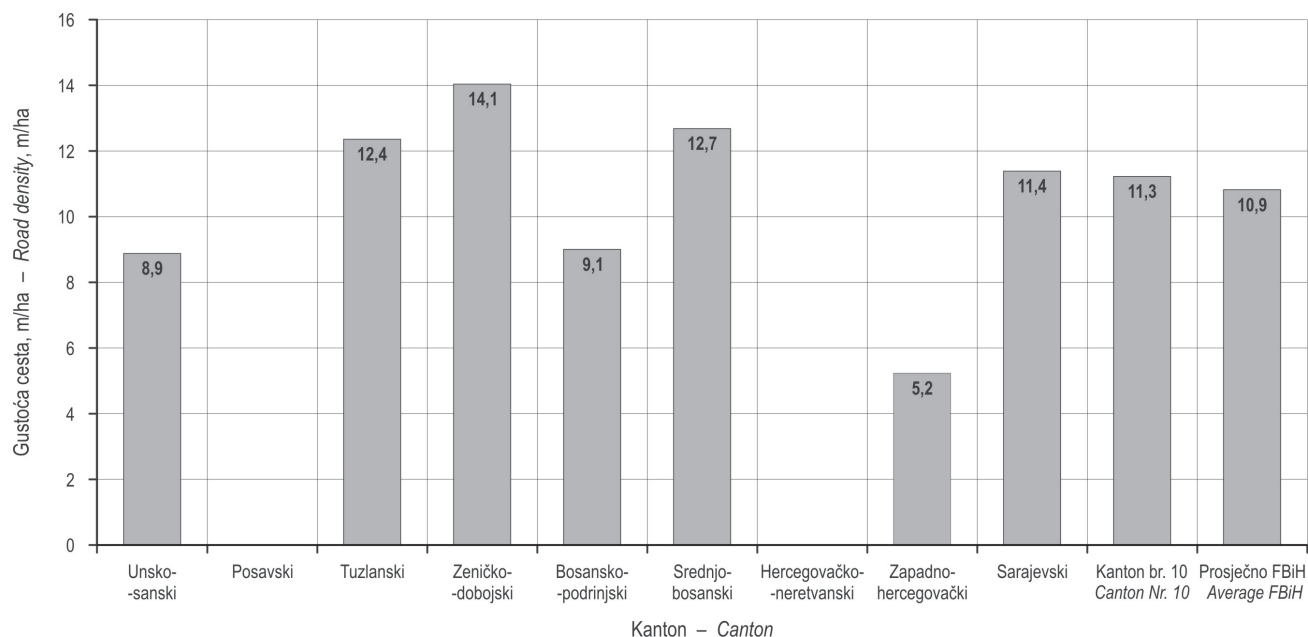
U Informacijama o gospodarenju šuma u FBiH ceste koje otvaraju šume nisu odvojene u kategorije javnih i šumskih cesta, već se prikazuju zbirni podaci za obje kategorije. Zbog takva načina prikazivanja nije poznato koliko od navedene duljine cesta čine javne, a koliko šumske ceste.

Kategorizacija je cesta koje otvaraju šume važna ponajprije zbog toga što je time alociran izvor financiranja održavanja. Javne ceste održava Direkcija za ceste i nadležni kantonalni i općinski sektori, dok šumske ceste održava šumarstvo.

Također je potrebno pojmovno odrediti šumske ceste koje otvaraju šumu. Kad se govori o šumskim cestama koje otvaraju šume, misli se na stalne šumske ceste odnosno ceste kojima je moguć kamionski promet u svim godišnjim dobima. U praksi se za navedene ceste upotrebljava termin šumske kamionske ceste.

##### 4.2 Otvorenost šuma u Federaciji BiH – Forest road network in the Federation of B&H

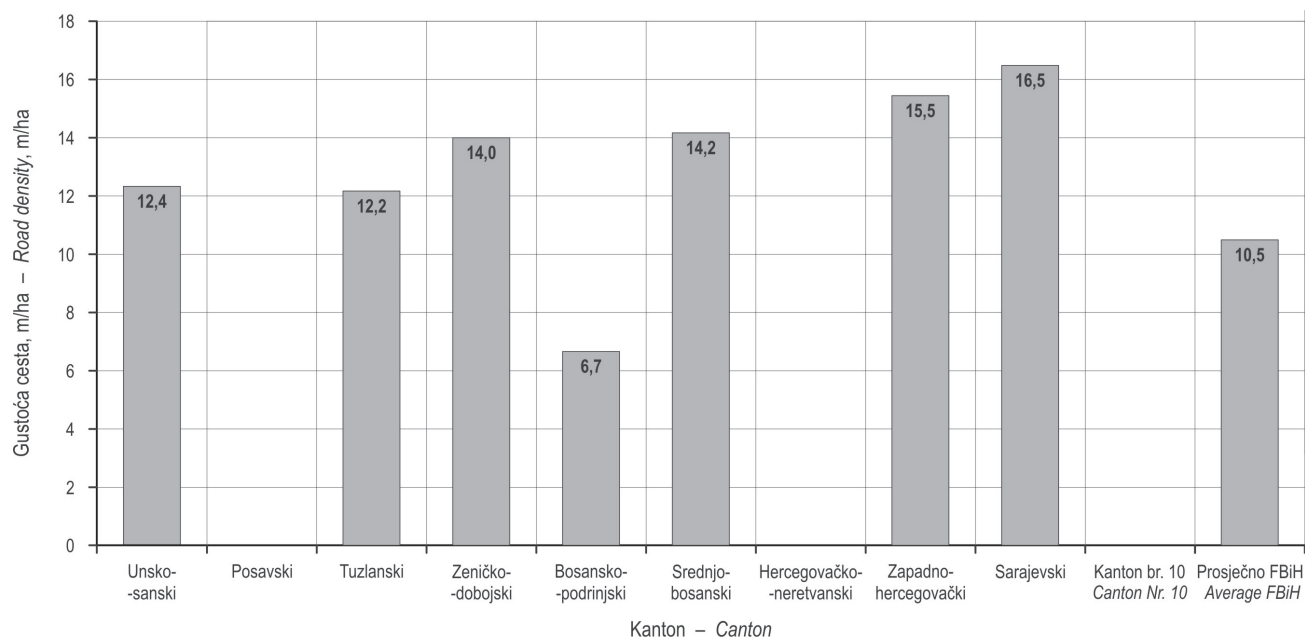
Ukupna duljina svih cesta koje otvaraju šume i šumska zemljišta u FBiH, bez podataka za Hercegovačko-neretvanski i Posavski kanton, iznosi



Slika 2. Prosječna otvorenost šuma u FBiH po kantonima 31. 12. 2011. godine

Fig. 2 Average forest road density in cantons of FB&H on Dec. 31 2011



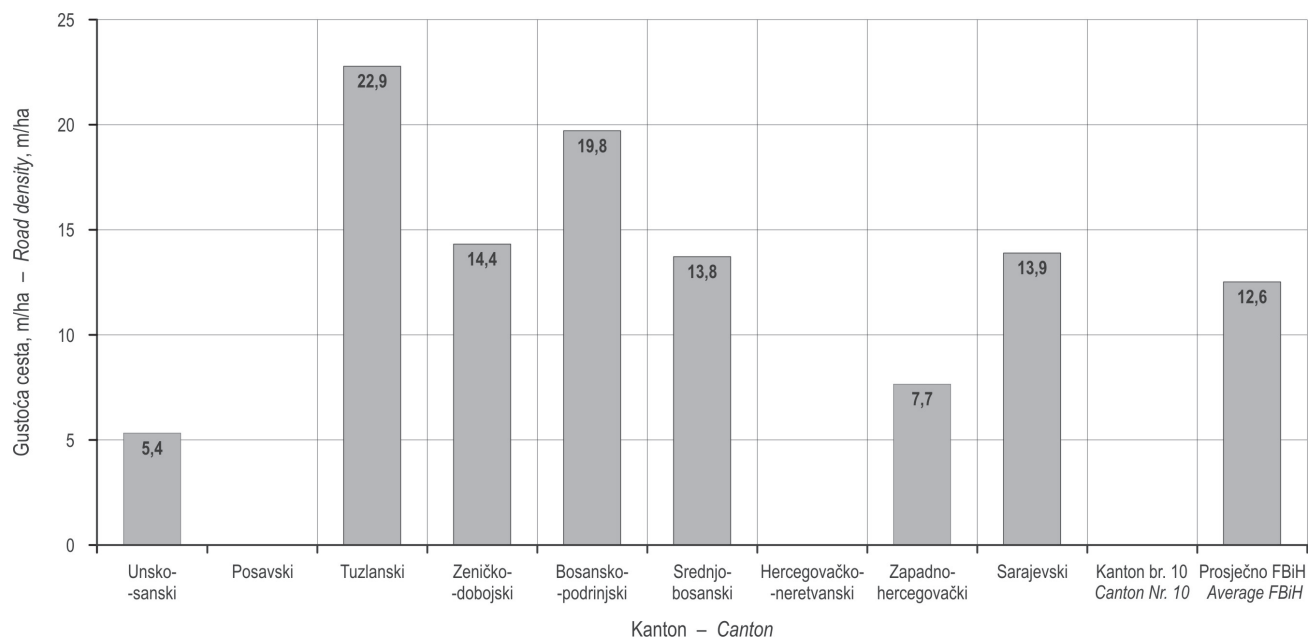


**Slika 3.** Otvorenost visokih šuma u FBiH po kantonima 31. 12. 2011. godine

**Fig. 3** Road density of high forests in cantons of FBiH on Dec. 31 2011

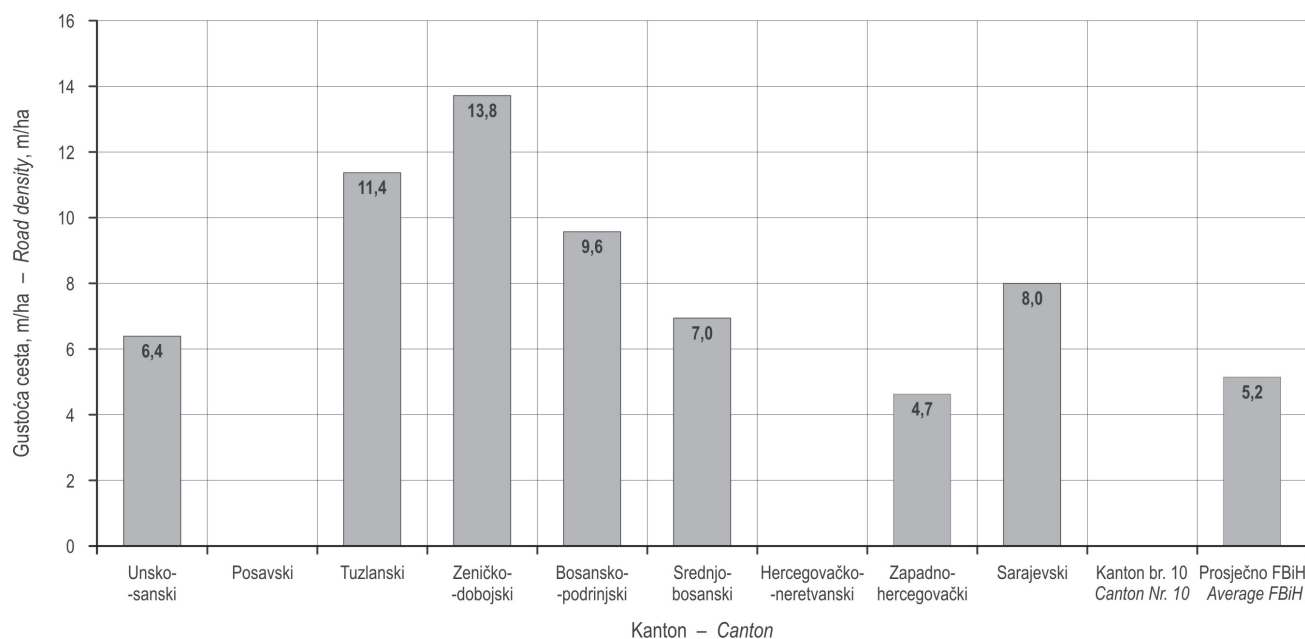
11 421,6 km, što čini otvorenost od 10,9 m/ha. Isključujući Hercegovačko-neretvanski, Posavski i Kanton br. 10, od ukupne duljine svih cesta 5 558 km prolazi kroz visoke šume, u šumskim nasadima izgrađeno je 691,2 km, u panjačama 1 403,40 km, u goletima pogodnim za

pošumljavanje 413,3 km i u neproduktivnim šumama 135,7 km. U Informaciji o gospodarenju šumama u FBiH za 2011. godinu i planovima gospodarenja za 2012. godinu (Anon. 2011) prikazana je ukupna duljina svih cesta u Kantonu br. 10 koja iznosi 3 320 km.



**Slika 4.** Otvorenost šumskih nasada u FBiH po kantonima 31. 12. 2011. godine

**Fig. 4** Road density of forest plantations in cantons of FBiH on Dec. 31 2011



**Slika 5.** Otvorenost panjača u FBiH po kantonima 31. 12. 2011. godine

**Fig. 5** Road density of degraded forests in cantons of FBiH on Dec. 31 2011

Prosječna otvorenost svih kategorija šuma vrlo je neujednačena po kantonima. Najnižu prosječnu otvorenost šuma ima Zapadnohercegovački kanton gdje je 5,2 m/ha, a najvišu Zeničko-dobojski kanton 14,1 m/ha (slika 2). Ako se pogleda struktura šuma u tim područjima, jasno je takvo stanje otvorenosti. Naime, područja s velikim površinama visokih šuma bolje su otvorena jer se troškovi gradnje šumskih cesta u njima mogu opravdati posjećenim drvnim sortimentima. Područja u kojima visoke šume nisu značajno zastupljene, imaju izrazito nisku otvorenost.

Uz pretpostavku da je otvorenost izračunata prema istoj metodologiji na temelju rezultata prikazanih na slici 3 otvorenost je visokih šuma veoma neujednačena po kantonima. Najniža otvorenost visokih šuma zabilježena je u Bosansko-podrinjskom kantonu gdje je 6,7 m/ha, a najveća u Kantonu Sarajevo 16,5 m/ha.

Podaci o otvorenosti šumskih nasada po kantonima prikazani su na slici 4. Najmanje su otvoreni šumski nasadi u Unsko-sanskom kantonu 5,4 m/ha, a maksimalno izgrađenih šumskih cesta u toj kategoriji šuma ima u Tuzlanskom kantonu gdje je otvorenost 22,9 m/ha. Zbog intenzivnih i čestih intervencija otvorenost šumskih nasada trebala bi biti najveća.

Panjače pokrivaju više od 20 % ukupne površine šuma u FBiH i podaci o otvorenosti tih šuma prikazani su na slici 5. I otvorenost panjača u FBiH po kantonima vrlo je neujednačena i kreće se od 4,7 m/ha u Zapadno-

hercegovačkom kantonu do 13,8 m/ha u Zeničko-dobojskom kantonu.

Kako se panjače nalaze na jako velikom području, a stanje i kvaliteta tih šuma vrlo je loša, radi prevođenja ovih šuma u vrednije sastojine, potrebno je provesti intenzivne uzgojne mjere, zbog čega je potrebna viša otvorenost ove kategorije šuma.

### 4.3 Projektiranje, izgradnja i održavanje šumske prometne infrastrukture – Design, construction and maintenance of forest transport infrastructure

#### 4.3.1 Šumske ceste – Forest roads

##### 4.3.1.1 Projektiranje šumskih cesta – Design of forest roads

Nova vozila za prijevoz drvnih sortimenata znatno premašuju tehničke elemente prometnica koji su dani u jedinim službenim tehničkim propisima u državi pod nazivom Smjernice za projektiranje (Jeličić 1957, Jeličić 1985) zbog čega se ti tehnički propisi koriste samo djelomično. Tehnički elementi kojima se omogućuje neometano korištenje suvremenih transportnih kompozicija nisu jednoznačno određeni i prema rezultatima ankete uz navedene različiti projektanti koriste i druge tehničke propise uglavnom iz susjednih zemalja.

U skladu s podacima dobivenim od šumarskih poduzeća u FBiH, projektiranje šumskih cesta većinom se radi vlastitim ljudstvom i opremom ili u slučajevima

kada je to potrebno, uzimaju se usluge trećih lica. Nažalost, podaci provedene ankete pokazuju da se u šumarskoj operativi u FBiH i dalje održao tradicionalni način projektiranja, odnosno i dalje se trasiranje i obrada podataka radi ručno i primjenjuju se uglavnom klasične metode snimanja. Ne primjenjuje se totalna stanica u prikupljanju podataka, ni računala ili softveri u obradi terenskih podataka. S obzirom na činjenicu da su tereni na kojima se projektiraju i grade šumske ceste u novije vrijeme sve teži, uvođenje suvremenih metoda i tehnologija nesumnjivo je jedan od prioriteta za poboljšanje u tom području.

#### 4.3.1.2 Izgradnja šumskih cesta – *Construction of forest roads*

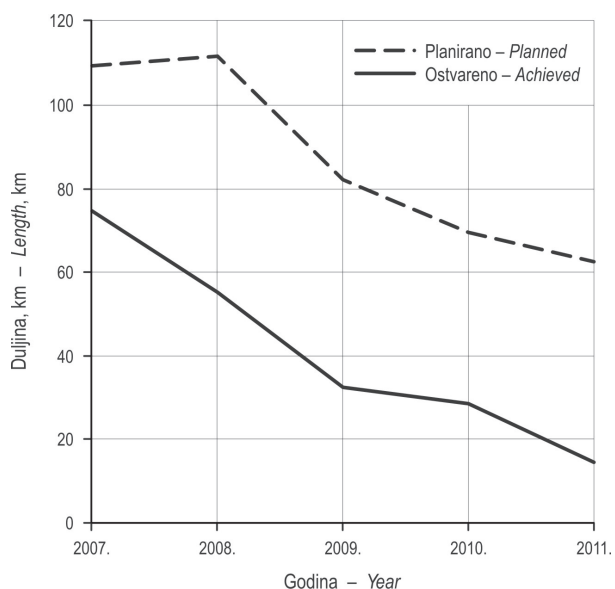
Izgradnja šumskih cesta planira se u ŠGO propisom duljine koja bi se trebala izgraditi bez detaljne analize otvaranja konkretne šumske površine. Ako se uzme u obzir da je otvorenost šuma u FBiH 2011. godine bila 10,9 m/ha, a pod pretpostavkom da je krajnji cilj postići otvorenost 15 m/ha, što je minimalna otvorenost koju preporučuju Šikić i dr. (1989) za planinski teren u Hrvatskoj, jasno je da je potrebno izgraditi još značajnu duljinu šumskih cesta.

Dinamiku izgradnje šumskih cesta u FBiH u razdoblju od 2007. do 2011. godine prikazuje slika 6. Na njoj su dane informacije o planiranoj i ostvarenoj izgradnji šumskih cesta u navedenom razdoblju. Ti podaci pokazuju da se planirana i ostvarena izgradnja šumskih cesta smanjuje u tom razdoblju. Duljina izgrađenih kilometara šumskih cesta 75,1 km, koliko je izgrađeno u 2007. godini, svake je godine sve manja, a 2011. godine izgrađeno je samo 15,1 km.

Također, zbog nedostatka financijskih sredstava duljina se izgrađenih kilometara šumskih cesta bitno razlikuje od planirane duljine u ŠGO. Od ukupno planirane izgradnje u tom razdoblju izgrađeno je 47,5 %. Prosječna duljina šumskih cesta koja je izgrađena od 2007. do 2011. godine bila je 41,6 km godišnje.

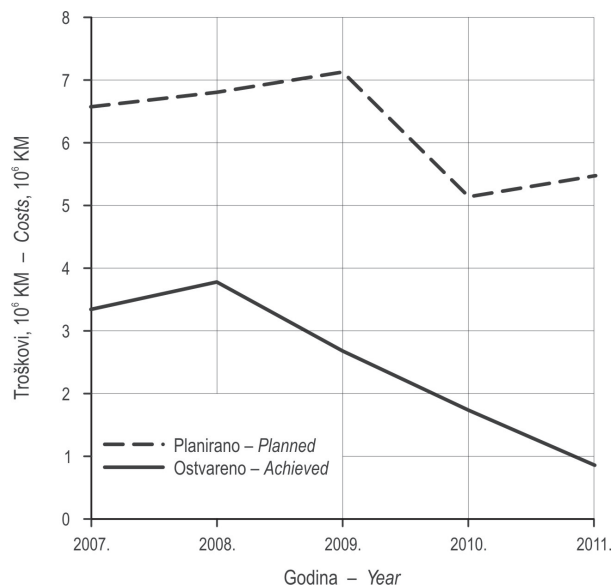
Slika 7 pokazuje planirane i realizirane troškove izgradnje šumskih cesta u istom razdoblju. Vidljivo je odstupanje realiziranih sredstava za gradnju od planiranih. U ukupnom iznosu realizirano je prosječno oko 40 % od planiranih sredstava. Ako se ti podaci usporede s izgrađenom duljinom gdje je postotak realizacije od 47 %, može se zaključiti da se odstupilo od planiranih građevinskih standarda kako bi izgrađena duljina šumskih cesta bila veća.

Standard izgradnje dovoljno pokazuju izračunati prosječni troškovi građenja u promatranom razdoblju koji iznose 60 904 KM/km. Kada se taj iznos uspoređi s troškovima gradnje na teškom terenu, koji je prema autorima Sokolović i Bajrić (2008) 200 000 KM/km, i



**Slika 6.** Duljina planiranih i izgrađenih šumskih cesta u FBiH u razdoblju od 2007. do 2011. godine

**Fig. 6** Length of planned and constructed forest roads in FBiH in the period 2007–2011



**Slika 7.** Troškovi izgradnje šumskih cesta u FBiH

**Fig. 7** Construction costs of forest roads in FBiH

imajući na umu da se u novije vrijeme uglavnom grade ceste na strmom, teškom terenu, može se dobiti slika o standardu odnosno kvaliteti novoizgrađenih cesta.

#### 4.3.1.3 Održavanje šumskih cesta – *Maintenance of forest roads*

Analizirajući rezultate upitnika utvrđeno je da se oko 85 % od ukupne duljine mreže šumskih cesta može

koristiti za neometano prometovanje jer je na duljini oko 55 % ocijenjeno stanje okarakterizirano kao dobro, na oko 30 % duljine stanje zadovoljava, dok se oko 15 % šumskih cesta zbog lošega stanja ne može koristiti. Naravno ovo su subjektivne procjene anketiranih, što se može dovesti u vezi s njihovim shvaćanjem stanja šumske prometne infrastrukture u FBiH i potrebama za ulaganjem u nju. Jasno je da je za stvarno utvrđivanje stanja na šumskim cestama potrebno provođenje detaljne inventarizacije.

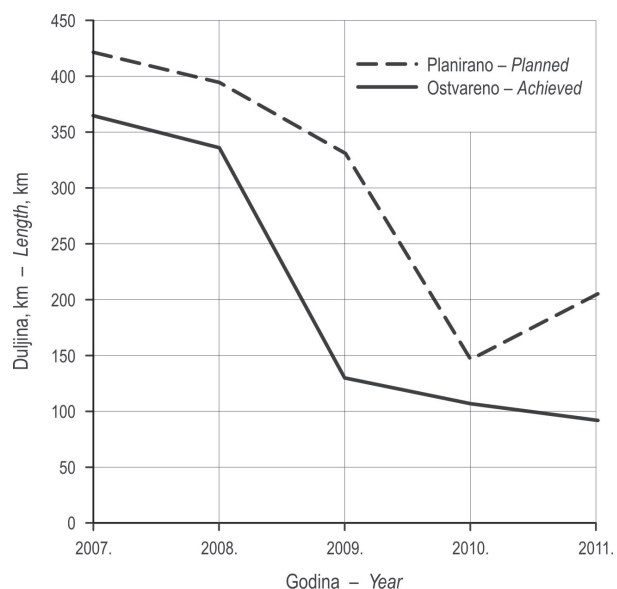
Istraživanja koja su proveli Sokolović i Bajrić (2011) pokazuju da kvaliteta postojeće šumske cestovne mreže u FBiH ne zadovoljava. Najvažniji razlozi za to su slabo ili nikakvo održavanje duže razdoblje uz intenzivno i nepravilno korištenje. Dodatni čimbenik koji sprečava da se zatečeno loše stanje šumskih cesta počne popravljati jest zakonski neadekvatno riješeno financiranja održavanja. Naime, šumske ceste po Zakonu o šumama grade i održavaju šumarska poduzeća. Istodobno šumske ceste najviše koriste privatni prijevoznici za prijevoz drva ili kamena i ruda. Pri tome uglavnom ne plaćaju sredstva za održavanje šumskih cesta. Zbog velikoga osovinskoga opterećenja tih najvećih korisnika ubrzano propadaju šumske ceste. Prema postojećim tehničkim propisima za projektiranje šumskih cesta kolnička se konstrukcija dimenzionira za maksimalno opterećenje od 10 t po osovini. Danas na šumskim cestama u FBiH sve je više vozila s opterećenjem koje prelazi 10 t po osovini (Kozar i dr. 2009).

Prema provedenoj anketi šumarska poduzeća imaju mehanizaciju za izgradnju i održavanje šumskih cesta koja je u velikoj mjeri zastarjela, a osim toga i općenito nedovoljna za samostalno obavljanje zahtjevnih građevinskih radova na izgradnji šumskih cesta. Mehanizacija je uglavnom amortizirana, a sami troškovi njezina održavanja iznimno su visoki. Kako šumarska poduzeća nemaju adekvatne strojeve za gradnju i održavanje, za obavljanje tih radova angažiraju privatne poduzetnike. U slučajevima kada su zahvati na gradnji i održavanju šumske prometne infrastrukture opsežni i česti, potrebno je provesti ekonomsku analizu opravdanosti kupovine vlastitih strojeva za te radove (Sokolović i Bajrić 2011).

Jedan od osnovnih uvjeta za gospodarenje šumama jest kvalitetna i sigurna mreža šumskih cesta. Stoga se ona mora redovito održavati, a povremeno i rekonstruirati. Zbog neredovitoga i neodgovarajućega održavanja, neadekvatnih tehničkih elemenata za nova vozila itd. značajna duljina šumskih cesta u FBiH zahtjeva hitno rekonstruiranje.

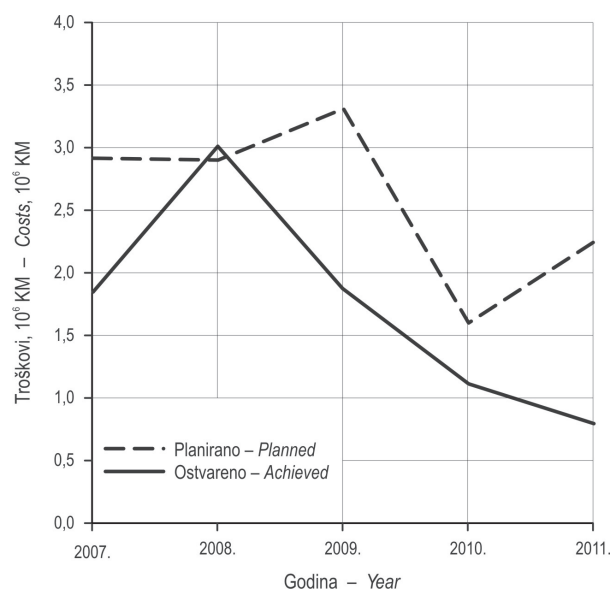
Šumarska poduzeća za svaku godinu planiraju rekonstruiranje šumskih cesta. Ovdje svakako treba

napomenuti da u šumarskim poduzećima pod rekonstruiranjem razumijevaju i samo održavanje cesta te se iz toga razloga duljina rekonstruiranih cesta čini značajnom, a troškovi niski, što u praksi nije tako. Međutim, zbog nedostatka sredstava duljina cesta koja



**Slika 8.** Duljina rekonstruiranih šumskih cesta u FBiH u razdoblju od 2007. do 2011. godine

**Fig. 8** Length of reconstructed forest roads in FBiH in the period 2007–2011



**Slika 9.** Troškovi rekonstrukcije šumskih cesta u FBiH u razdoblju od 2007. do 2011. godine

**Fig. 9** Reconstruction costs of forest roads in FBiH in the period 2007–2011



je rekonstruirana u FBiH u posljednje je vrijeme i dalje ispod planirane. Duljina šumskih cesta koja je rekonstruirana od 2007. do 2011. godine prikazana je na slici 8 i iznosi 209 km prosječno godišnje. Na slici 9 prikazani su troškovi rekonstruiranja šumskih cesta u FBiH od 2007. do 2011. godine, koji prosječno iznose 8 378 KM/km godišnje. S obzirom na činjenicu da je u okviru tih sredstava uključeno i održavanje šumskih cesta, jasna je kvaliteta obavljenih radova.

Sokolović i Bajrić (2011) računaju troškove redovitoga održavanja u iznosu 1,5 %, a troškove rekonstruiranja 30–40 % od troškova izgradnje, što iznosi 3 000 KM/km za redovito održavanje, a 15 000 KM/km za rekonstruiranje. Pri tome autori navode da su troškovi novogradnje 50 000 KM/km na osnovi kojih su se izračunali troškovi redovitoga održavanja i rekonstruiranja izuzetno niski i predstavljaju prosječne troškove gradnje šumskih cesta u FBiH od 2005. do 2009. godine.

#### 4.3.1.4 Objekti na šumskim cestama – *Facilities on forest roads*

Federacija je izuzetno hidrografski bogata i na postojećim cestama izgrađen je velik broj propusta i mostova, što dodatno komplicira i povećava troškove rekonstrukcije šumskih cesta.

Iako se u novije vrijeme na ovom području uglavnom grade armirano-betonski mostovi, udio drvenih mostova koji su građeni u prošlosti još uvijek je relativno visok i prema podacima koje daju Sokolović i Bajrić (2011) iznosi oko 1 000. Ograničen vijek trajanja drvenih mostova zahtijeva ozbiljnu rekonstrukciju već nakon 20 – 30 godina, što ukazuje da je njihov životni vijek već odavno prošao pa je potrebna njihova hitna rekonstrukcija.

#### 4.3.2 Traktorski putovi – *Skid roads*

Detaljniji podaci o traktorskim putovima i vlakama, njihovoj ukupnoj duljini, prostornom položaju, stanju itd. u FBiH ne postoje. U okviru istraživanja Sokolović

i Bajrić (2011) pokušali su prikupiti i te podatke. Nažalost dobili su se samo podaci iz nekih šumarskih poduzeća o duljinama traktorskih putova koji su izgrađeni i o troškovima gradnje za razdoblje od 2005. do 2009. godine, što je prikazano u tablici 1. Na temelju podataka iz tablice 1 može se zaključiti da su traktorski putovi intenzivnije građeni u područjima gdje su površinski više zastupljene visoke šume.

Traktorski se putovi projektiraju u okviru izrade izvedbenoga projekta koji se radi na razini odsjeka. Traktorske putove planiraju tehnolozi unutar pripreme proizvodnje. Kao rezultat površnoga pristupa, nedovoljne sveobuhvatne analize, geološko-pedoloških karakteristika, razvijenosti hidrografske mreže, traktorski su putovi često izloženi erozivnim procesima. Osim tih propusta u fazi planiranja i trasiranja još veći negativan utjecaj ima nedostatak provedbe mjera sanacije nakon eksploatacije traktorskih putova. Kao posljedica toga nisu rijetki slučajevi da zbog stalne izloženosti traktorskih putova utjecaju vodne erozije, koja se javlja za vrijeme i nakon privlačenja drvnih sortimenata, nerijetko nastanu i bujični tokovi kojima se značajne količine erozivnoga materijala odnose u vodotoke (Bajrić 2012).

#### 4.3.3 Žičare – *Cableway*

U posljednjih nekoliko desetljeća žičara nije bilo u šumarskim poduzećima FBiH. Osim nepostojanja tradicije korištenja žičara u šumarskoj operativi, značajniji čimbenik potpunoga izostanka primjene žičara visoki su troškovi primjene. Poznato je da primjena žičara može biti financijski opravdana u slučajevima kada se žičarom s jedne linije iznošenja transportira veća količina drva, što je slučaj kod čistih sječa. Taj način gospodarenja u FBiH je zabranjen, a gotovo u svim slučajevima zastupljen je preborni i skupinasto-preborni način gospodarenja šumama kod kojih je intenzitet sječa značajno manji. Siječe se na cijeloj površini odsjeka, što bi kod primjene žičara

**Tablica 1.** Pregled duljine izgrađenih traktorskih putova i uloženi financijskih sredstava za razdoblje od 2005. do 2009. godine

**Table 1** Overview of the length of constructed skid roads and invested funds for the period 2005–2009

| Javno poduzeće<br><i>Public enterprise</i> | Duljina izgrađenih traktorskih putova, km<br><i>Length of constructed skid roads, km</i> |       |       |       |       | Troškovi izgradnje traktorskih putova, KM<br><i>Costs of constructed skid roads, KM</i> |         |         |         |         |
|--|--|-------|-------|-------|-------|---|---------|---------|---------|---------|
|  | 2005.  | 2006. | 2007. | 2008. | 2009. | 2005.   | 2006.   | 2007.   | 2008.   | 2009.   |
| KJP »Sarajevo-šume« d.o.o. Sarajevo        | 51   | 90,8  | 61,8  | 69,2  | 50    | 225 000   | 454 000 | 309 000 | 346 000 | 250 000 |
| JP »Šume – TK«                             | 105,7  | 98,4  | 114,9 | 116,8 | 108,6 | 130 750   | 125 800 | 172 850 | 160 450 | 152 000 |
| ŠGD »Šume Središnje Bosne«                 | 362  | 300   | 270   | 280   | 523   | 288 000   | 293 000 | 467 800 | 426 173 | 777 175 |
| JP »Bosansko-podrinjske šume«              | 17   | 19    | 22    | 20    | 23,5  | 20 080  | 21 064  | 70 000  | 60 160  | 37 054  |

uzrokovalo veći broj linija iznošenja žičarom, a time mnogo više cijene primarnoga transporta. Međutim, iako se troškovi primarnoga transporta najčešće postavljaju u prvi plan, nikako se ne smije zanemariti ekološki čimbenik, koji u slučajevima velikih nagiba terena u potpunosti dolazi do izražaja (Trzesniowski 1998, Baldini i Pollini 1998, Horek i Mauer 2001). S obzirom na specifičnosti načina gospodarenja šumama u FBiH, potrebno je provesti detaljna istraživanja učinkovitosti uporabe šumskih žičara temeljene na znanstvenoj osnovi kako bi se došlo do realnih pokazatelja primjene žičara.

## 5. Rasprava i zaključna razmatranja

### *Discussion and concluding remarks*

Ako se u FBiH u budućnosti nastavi s dinamikom gradnje šumskih cesta, kao što je to bilo od 2007. do 2011. godine (prosječno oko 42 km godišnje) i ako je minimalno potrebna otvorenost za racionalno gospodarenje šumama 15 m/ha, ona bi se mogla postići tek za stotinjak godina. Pri tome minimalna otvorenost koja je potrebna za gospodarenje šuma u FBiH treba biti rezultat provedene analize konkretnih utjecajnih čimbenika, a ne preuzeta iz drugoga sličnoga reljefnoga područja kao što je ovdje slučaj.

Otvorenost šuma u Federaciji BiH iznosi 10,9 m/ha, što je u odnosu na zemlje okruženja i neke europske zemlje uglavnom dosta manja. Prema Bajriću i dr. (2011) otvorenost je u okruženju sljedeća: Hrvatska 11,82 m/ha, Slovenija 20,9 m/ha, u Austriji, Francuskoj, Njemačkoj i Švicarskoj iznosi 25–45 m/ha.

Problem dostizanja minimalno potrebne otvorenosti šuma u FBiH dolazi do punoga izražaja ako se uzmu u obzir potrebna financijska sredstva za gradnju potrebne mreže šumskih cesta. Za gradnju oko 4 400 km bilo bi nužno izdvojiti oko 270 000 000 KM uz prosječne troškove gradnje od 60 904 KM/km. Prosječni troškovi gradnje od 60 904 KM/km, koji su rezultat ukupnih troškova izgrađenih šumskih cesta u FBiH u razdoblju od 2007. do 2011. godine, dosta su niski i mogu biti posljedica utjecaja dvaju bitnih elementa, a to su povoljni terenski uvjeti na kojima su građeni (nagib terena i kategorija terena) ili niska kvaliteta gradnje (što je vjerojatnije).

Imajući na umu da su u FBiH uglavnom ostala neotvorena šumska područja s većim nagibom terena, na kojima gradnja uz poštivanje tehničkih i ekoloških propisa traži velika financijska ulaganja, očekuje se da će potrebna sredstva za otvaranje neotvorenih šumskih područja u FBiH značajno premašiti navedene iznose. Tomu treba dodati i da su velika nepoznanica za ot-

varanje strmih terena u FBiH žičare koje brojna svjetska istraživanja, od kojih navodimo autore Öztürk i dr. (2001), Robek i Medved (2001), Klun i dr. (2001) itd., preporučuju s obzirom na ekološki aspekt otvaranja. Provođenje temeljitih ispitivanja primjene žičara u FBiH, u koja bi se trebala uključiti i znanost i struka, zasigurno bi riješila mnoge dvojbe u vezi s tim pitanjima.

Prema rezultatima ovih istraživanja šumska prometna infrastruktura u FBiH u dijelu projektiranja, izgradnje i održavanja uopće ne zadovoljava. Za projektiranje šumskih cesta koriste se uglavnom klasične metode i klasična geodetska oprema, što u slučaju teških terena značajno usporava rad i ograničava učinkovitost. Odsutnost aktualnih tehničkih propisa za projektiranje, izgradnju i održavanje također značajno umanjuje jednoznačan pristup i dugoročnu upotrebu novoizgrađenih cesta. Nažalost, primjena aktualnih tehničkih propisa i suvremenih tehnika i metoda projektiranja nije jedini problem za unapređenje planiranja i projektiranja šumskih cesta u FBiH.

Planiranje i projektiranje šumskih cesta bez detaljnoga snimanja postojeće mreže i detaljnih studija otvaranja šuma znači dugoročno veću duljinu izgrađenih kilometara šumskih cesta. Jasno, takva mreža zasigurno neće dati najbolje ukupne ekonomske i ekološke rezultate otvaranja šuma.

Na osnovi rečenoga prvi zadatak koji se nameće za rješavanje u području unapređenja šumske prometne infrastrukture u FBiH jest detaljno snimanje postojeće mreže s objektima (propustima i mostovima). Naime, rezultati prikupljanja podataka za izradu ovoga rada govore o vrlo velikom udjelu drvenih mostova na šumskim cestama. Velik broj tih mostova u takvu je stanju da je onemogućeno korištenje šumske ceste na kojoj se takav most nalazi. Također postojeće stanje šumskih cesta u FBiH mora biti rezultat jedinstvene metodologije rada, a ne paušalnih i subjektivnih procjena. Na osnovi detaljnih snimanja bilo bi moguće izraditi kategorizaciju šumskih cesta, a na temelju evidentiranoga postojećega stanja na cestama i objektima mogli bi se izraditi planovi održavanja i rekonstrukcije. Jasna slika o elementima postojeće šumske prometne infrastrukture bila bi baza za detaljnu analizu postojeće otvorenosti šuma u FBiH.

Podaci o postojećoj otvorenosti šuma u FBiH nisu rezultat jedinstvene metodologije rada. Rezultati ovoga istraživanja govore da se za računanje otvorenosti često uzimaju sve ceste (osobito javne), bez obzira na njihovu udaljenost od šumske površine, te postojanje mogućnosti privlačenja na njih. Računanjem otvorenosti na takav način dobiju se znatno veće prosječne vrijednosti od stvarnih. Također zbirnim prikazivanjem

javnih i šumskih cesta neće se postići transparentno korištenje i održavanje tih dviju kategorija cesta.

Uz navedene elemente za unapređenje šumske prometne infrastrukture u FBiH potrebna je detaljna analiza stanja postojeće mehanizacije za gradnju i održavanje i ispitivanje ekonomske opravdanosti nabave nove mehanizacije. Sadašnja mehanizacija u šumarskim poduzećima u FBiH zastarjela je, njezino je vrijeme amortizacije već isteklo, a troškovi su održavanja mehanizacije previsoki. Sve navedeno upućuje na potrebu detaljne ekonomske analize opravdanosti nabave nove mehanizacije u usporedbi s angažiranjem trećih lica za izgradnju i održavanje.

Najvažnija pretpostavka i uvjet za unapređenje šumske prometne infrastrukture u FBiH jesu financijska sredstva. Iz rezultata ovoga istraživanja jasno je da je nedostatak financijskih sredstava osnovni uzrok zbog čega je realizirana novogradnja i rekonstruiranje značajno ispod planiranoga. Nepostojanje jasne zakonske odrednice kojom se sredstva iz određenih izvora namjenski usmjeravaju za šumsku prometnu infrastrukturu rezultiraju nedostatkom sredstava za unapređenje u ovom području.

Zbog navedenoga poboljšanje financiranja šumske prometne infrastrukture moguće je postići donošenjem zakonskih propisa kojima se definiraju obvezna izdvajanja na razini šumarskih poduzeća od ukupnih prihoda, na razini Federalnoga i kantonalnih ministarstava precizan postotak od sredstava namijenjenih za šumarstvo, kao i sredstava »općekorisnih funkcija šuma« (OKFŠ). Također je potrebno propisati obaveza sredstva za upotrebu šumske prometne infrastrukture za tzv. ostale korisnike.

Šumarski sektor treba pokrenuti snažnu medijsku kampanju s naglaskom na višefunkcionalne koristi šuma, a time i koristi od šumske prometne infrastrukture kako bi se dobile povoljne bankarske kreditne linije za ovu gospodarsku djelatnost.

## 6. Literatura – References

- Anon., 1980: Metodika izrade projekata uređenja i unapređenja šuma u SR Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet Sarajevo i ŠIPAD – IRC, OUR SILVA, Sarajevo.
- Anon., 2007: Informacija o gospodarenju šumama u FBiH za 2007. godinu i planovi gospodarenja za 2008. godinu.
- Anon., 2008: Informacija o gospodarenju šumama u FBiH za 2008. godinu i planovi gospodarenja za 2009. godinu. [http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233\\_118\\_b.pdf](http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233_118_b.pdf), 14. 1. 2014.
- Anon., 2009: Informacija o gospodarenju šumama u FBiH za 2009. godinu i planovi gospodarenja za 2010. godinu. [http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233\\_269\\_b.pdf](http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233_269_b.pdf), 14. 1. 2014.
- Anon., 2010: Informacija o gospodarenju šumama u FBiH za 2010. godinu i planovi gospodarenja za 2011. godinu. [http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233\\_419\\_b.pdf](http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233_419_b.pdf), 14. 1. 2014.
- Anon., 2011: Informacija o gospodarenju šumama u FBiH za 2011. godinu i planovi gospodarenja za 2012. godinu. [http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233\\_622\\_383\\_b.pdf](http://www.fmpvs.gov.ba/texts/233_622_383_b.pdf), 14. 1. 2014.
- Bajrić, B., D. Pičman, Dž. Sokolović, S. Gurda, 2011: Prevodjenje traktorskih puteva uzdužnog nagiba do 12 % u prilazne kamionske puteve. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 1: 99–110.
- Bajrić, M., 2012: Razvoj erozionih procesa na traktorskim vlakama različitog uzdužnog nagiba. Disertacija, Šumarski fakultet u Sarajevu, 1–154.
- Baldini, S., C. Pollini, 1998: Interaction between interaction of services: forestry and wood transport. Proceedings of the Seminar on »Environmentally sound forest roads and wood transport«, Joint FAO/ECE/ILO & JUFRO, 17–22 June 1996, Sinaia (Romania), FAO, Rome, 337–341.
- Dobre, A., 1985: Otvorenost šuma u Sloveniji i karakteristike mreže šumskih puteva. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
- Horek, P., P. Mauer, 2001: Forest cableways in shelter wood system. FAO – Workshop proceedings: New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria.
- Jeličić, V., 1952: Projektieren der Objekte für die Waldexploitation und Holzindustrie auf dem Gebiete Bosnien und Herzegowina. Allgemeine Forstzeitung 7.
- Jeličić, V., 1957: Privremeni tehnički propisi za projektovanje šumskih puteva u BiH. Sarajevo.
- Jeličić, V., 1985: Pravilnik o uslovima i elementima za projektovanje i izgradnju šumskih puteva. Sarajevo.
- Klun, J., M. Piškur, M. Medved, 2001: Efficiency of Cable Yarding in Slovenian State Forests. FAO – Workshop proceedings: New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria.
- Kozar, S., Dž. Sokolović, M. Bajrić, 2009: Moderne kolovozne konstrukcije na šumskim kamionskim putevima. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 2: 27–42.
- Öztürk, T., T. Aykut, H. Acar, 2001: Time analyses on Koller K 300 cable system on difficult terrain in Turkey. FAO – Workshop proceedings: New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria.
- Pentek, T., D. Pičman, I. Potočnik, P. Dvorščak, H. Nevečerel, 2005: Analysis of an existing forest road network. Croatian Journal of Forest Engineering, 1: 1–58.
- Robek, R., M. Medved, 2001: Implementation of cable logging requirements in environmentally sound road construction. FAO – Workshop proceedings: New trends in wood



harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria.

Sokolović, Dž., M. Bajrić, 2008: Planiranje mreže šumskih puteva. Naše šume, 12–13: 25–32.

Sokolović, Dž., M. Bajrić, 2011: Studija Šumska transportna infrastruktura. 1–75. [www.fmpvs.gov.ba/texts/239\\_349\\_b.pdf](http://www.fmpvs.gov.ba/texts/239_349_b.pdf), 12. 2. 2013.

Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.

Trzesniowski, A., 1998: Wood transport in steep terrain. Proceedings of the Seminar on »Environmentally sound forest roads and wood transport«, Joint FAO/ECE/ILO & JUFRO, 17–22 June 1996, Sinaia (Romania), FAO, Rome, 405–424.

Zakon o šumama FBiH 2002. godina. Sl. novine FBiH, broj: 83/09.

## Abstract

### *Forest Transportation Infrastructure in the Federation of Bosnia and Herzegovina*

*This work presents the most significant elements that reflect the actual quality and quantity of forest transportation infrastructure in the FB&H.*

*The total length of all roads that provide access to forests in the Federation of B&H, without data for Herzegovina Neretva Canton, equal 11 421 km, which is an average forest openness of 10.9 m/ha. The highest rate of forest road construction has been recorded in the category of high forests that account for 45.7% of the total state forest area. The total length of forest roads in the category of high forests is 5 558 km, without data for Herzegovina Neretva Canton and Canton Nr. 10. The lowest rate of forest road construction has been recorded in the category of forest plantations and namely 691.2 km. The cause lies in the fact that the total area of forest plantations is the smallest, as well as that no reason has yet been found to make this type of forests accessible.*

*Forest roads in the FB&H are constructed based on Plans for allowable cut in FMP in areas where the wood mass is expected to cover the costs of forest road construction.*

*Although the existing forest road network in the FB&H is far below the one considered as the minimum needed for forest management in mountain areas – 15 m/ha, in the last 5 years the intensity of forest road construction of approximately 42 km on annual basis (which is far below the planned) shows that the above mentioned minimum of forest road network could be achieved in approximately 100 years.*

*Not much information can be obtained from the Cantonal Forest Management companies and forest offices on the condition of the existing forest transportation infrastructure. Numerous elements in this area are unknown. There is no categorization of forest roads, condition of construction road elements is unknown, as well as the condition of road facilities, etc. The Federal Forest Office keeps records on planned and constructed forest roads per cantons. The average construction costs of approximately 60 000 KM/km and reconstruction costs of approximately 8 000 KM/km indicate the bad quality of these works, which leads to quick repair and imposes the need for reinvesting in maintenance.*

*This paper presents the most significant segments within which the recommendations were given for the improvement of the existing conditions of forest roads based on the review and analysis of the forest transportation infrastructure in the FB&H. In the planning phase, it is necessary to develop studies for the construction of forest roads in areas where it is difficult to reach wood mass. In the designing phase, improvement would be achieved by developing new technical specifications for forest roads and by applying modern techniques and technologies in data collecting and processing. In construction and maintenance phase, it is necessary to examine the profitability of purchasing new machinery and to conduct analysis of the effects of such purchase, with minimum investments in the construction and reconstruction for a long-term and cost-effective use.*

*The starting point for improving the actual situation in forest transportation in the FB&H is a detailed measurement of technical elements and assessment of the existing forest road network with facilities, as well as categorization of forest roads, both the primary and secondary ones. Taking into consideration that forest cableways are the most recommended means of work on slopes from the ecological aspect, it is necessary to make the analysis that will show the feasibility of their application in the FB&H.*



*The most significant factor for assessing the condition of forest transportation infrastructure in the FB&H in all segments from planning to maintenance is the lack of funds, so the issue of adequate and transparent funding is one of key factors for improving the situation in this area.*

*Keywords: forest transportation infrastructure, planning, design, construction, maintenance*

---

Adresa autorâ – *Authors' address:*

Izv. prof. dr. sc. Dževada Sokolović  
e-pošta: dzsokolovic@yahoo.com  
Doc. dr. sc. Muhamed Bajrić  
e-pošta: bajric\_muhamed@yahoo.com  
Katedra za iskorišćavanje šuma, projektovanje i  
građenje u šumarstvu i hortikulturi  
Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu  
Zagrebačka 20  
71 000 Sarajevo  
BOSNA I HERCEGOVINA

Primljeno (*Received*): 27. 05. 2013.  
Prihvaćeno (*Accepted*): 30. 09. 2013.

# Odnosi šumarstva i drvne industrije u Federaciji BiH

Jusuf Musić, Murčo Obućina, Safet Gurda, Velid Halilović

## Nacrtak – Abstract

Šumarstvo i drvna industrija važne su gospodarske grane u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH), a svoj razvoj zasnivaju na korištenju domaćih prirodnih resursa. Drvna industrija ima višegodišnju tradiciju i najstarija je industrijska grana u BiH. Ekološki je prihvatljiva, ima velik izvozni potencijal i bilježi visok suficit. Iako predstavljaju povezani lanac u stvaranju dodatne vrijednosti, dosadašnja je praksa pokazala da odnosi između šumarskih poduzeća i poduzeća koja se bave preradom drva nisu u dovoljnoj mjeri i na najbolji način uređeni, kako u vrijeme dok su bili zajedno organizirani, tako ni sada kada su odvojeni. U stručnoj i znanstvenoj javnosti prevladava opća ocjena da iskorištenost drva i šumskoga potencijala, funkcionalnost i raspoloživost kapaciteta za preradu drva ne zadovoljava. Također je očito da nema koordiniranoga strateškoga sektorskoga i međusektorskoga pristupa za snažniji razvoj ove grane gospodarstva.

Cilj je ovoga rada sagledavanje i analiziranje odnosa šumarstva i prerade drva u FBiH, identificiranje najznačajnijih problema, te davanje prijedloga mjera za unapređenje tih odnosa odnosno za unapređenje stanja ovih gospodarskih djelatnosti u cjelini.

Dobiveni rezultati nakon provedene detaljne analize pokazuju vrlo slabu institucionalnu povezanost ovih djelatnosti i nemogućnost donošenja i/ili usuglašavanja zajedničkih strateških ciljeva. Utvrđeno je i značajno odstupanje između instaliranih kapaciteta prerade drva u odnosu na trenutne proizvodne mogućnosti šumarskih poduzeća te su definirane mjere za ublažavanje navedenoga stanja. Provedenom SWOT analizom drvnoindustrijskih poduzeća identificirane su i vrednovane sve unutarnje snage i slabosti, vanjske prilike i prijetnje, te je u konačnici definirana najprikladnija strategija – strategija saveza.

Sve provedene analize upućuju na opći zaključak da se strateški ciljevi drvne industrije ne mogu, realno uzevši, ostvariti bez suradnje i koordiniranoga djelovanja sa šumarstvom, i obratno.

**Ključne riječi:** šumarstvo, drvna industrija, suradnja, unapređenje stanja

## 1. Uvod i problematika rada – Introduction and problem statement

Šume kao veliko i rasprostranjeno prirodno izvoriste materijalnih dobara od davnina su bile jedno od najvećih i najvažnijih prirodnih bogatstava BiH. U svom povijesnom razvoju šumarstvo i prerada drva u BiH prošli su put od jednostavne robne proizvodnje do suvremenih kapitalističkih tržišnih odnosa uređenih na osnovi zakona ponude i potražnje. Iako povijesni podaci o korištenju šuma na ovim prostorima datiraju još iz vremena Ilira, odnosno prije nove ere, u institucionalnom smislu šumskoposjedovni odnosi počinju se uređivati tek u vrijeme Otomanskoga Carstva (1483–1878). Na osnovama šerijatskoga prava i kanon-

skoga zakonodavstva šume su u to vrijeme tretirane kao javno dobro i kao takve nisu mogle biti predmet privatnoga vlasništva i posjeda (Begović 1960). Dolaskom Austro-Ugarske (1878–1914) na ove prostore nastaju veoma krupne promjene, kako u vlasničkoj strukturi, tako u načinu i organizaciji proizvodnje. Uređuje se katastar, osniva se šumarska služba, uvodi se više kategorija vlasništva nad šumama i šumskim zemljištem, započinje industrijski način prerade drva (Begović 1978). Usporedo s iskorištavanjem šuma preko dugoročnih ugovora pristupilo se i iskorištavanju državnih šuma BiH u vlastitoj režiji. U vrijeme Kraljevine Jugoslavije uglavnom se naveliko pridobivalo drvo na prije otvorenim šumskim površinama, pri čemu se u šumsku transportnu infrastrukturu nije ulagalo go-

tovo ništa, a malo se vodilo računa i o šumskouzgojnim i zaštitnim radovima (Begović 1985).

Poslije Drugoga svjetskoga rata u relativno kratkom vremenu učinjeni su znatni pozitivni pomaci. Počinje se ozbiljnije ulagati u otvaranje šuma, značajno se povećava opseg i proširuje struktura šumskouzgojnih radova. Također se dobri rezultati postižu u zaštiti šuma i u sprečavanju bespravnih sječa i uzurpacije šumskih zemljišta. Obnovljeni su stari i podignuti novi rasadnici te je pristupljeno pošumljavanju širih razmjera. Šumarstvo i drvna industrija BiH prolazili su u tom razdoblju kroz različite organizacijske oblike. Nakon donošenja Zakona o udruženom radu društvena šumarska poduzeća organizacijski se povezuju (integriraju) s pogonima drvne industrije u tzv. radne organizacije (RO). Takvih 37 šumarskih i drvoprerađivačkih RO bilo je udruženo u poslovnu asocijaciju »Šipad«, tri u poslovnu asocijaciju »Krivaja«, dok su tri radne organizacije imale samostalan status. Odnosi šumarstva i drvne industrije bili su uređeni tzv. »dohodovnim odnosima«. Ipak, nedostatak realnih i objektivnih kriterija raspodjele zajednički ostvarenih prihoda negativno se odražavao na razvoj tih gospodarskih djelatnosti (Kulušić 1998).

U studenom 1993. godine donesen je novi Zakon o šumama i šumskim zemljištima u BiH. On se bitno razlikuje od prethodnih po tome što definira šumarstvo kao zasebnu djelatnost od posebnoga značenja, odnosno šumarstvo je kao gospodarska djelatnost odvojeno od prerade drva. Nakon Dejtonskoga sporazuma brigu o šumama preuzimaju entiteti (FBiH i RS). Trenutačno upravljanje i gospodarenje šumama, u nedostatku federalnoga, obavlja se na osnovi kantonalnih zakona o šumama kojima je prerada drva također potpuno odvojena od šumarstva pa se te dvije djelatnosti dodiruju samo u prodaji i kupovini drva za potrebe njegove prerade.

Drvna industrija BiH danas je organizirana u okviru većega broja malih i srednjih poduzeća privatnoga vlasništva, dok u jednom broju poduzeća vezanih uz proizvodnju namještaja još nije završena vlasnička transformacija. Procjenjuje se da godišnja vrijednost proizvodnje ovoga sektora iznosi preko milijardu BAM, pri čemu se više od dviju trećina plasira na inozemno tržište. Drvna se industrija BiH sa svojim potencijalima ubraja u najznačajnije industrijske grane, ima višegodišnju tradiciju i najstarija je industrijska grana u BiH. Ekološki je prihvatljiva, ima velik izvozni potencijal i bilježi visok suficit.

Naime, drvna je industrija jedna od triju gospodarskih grana u BiH koje imaju pozitivnu trgovinsku bilancu. Izvoz drvne industrije u 2011. godini iznosio je 747,5 mil. BAM, što čini udio od 8,9 % u ukupnom

izvozu roba, te udio od 14,3 % u ukupnom prihodu od proizvodnje u 2011. godini (PRODCOM 2011).

Nedvojbeno je da su do sada ostvareni rezultati u drvnoj industriji dobrim dijelom posljedica njezinih komparativnih prednosti (velik udio domaće sirovine, relativno niska ulaganja u pojedine objekte itd.). No, komparativne prednosti nisu dostatne za daljnji opstanak i razvoj. Otuda i potreba za poticanjem njezinih konkurentskih i izvoznih sposobnosti, u budućnosti orijentiranih ka većoj finalnoj proizvodnji (Ilić 2011). Osim tih napomena prevladava opća ocjena da iskorištenost drva i šumskoga potencijala, funkcionalnost i raspoloživost kapaciteta za preradu drva nisu na zadovoljavajućoj razini. Također je očito da nema koordiniranoga strateškoga sektorskoga i međusektorskoga pristupa za razvoj ove grane gospodarstva, mada se radi o poslovnim sustavima koji čine povezan lanac u stvaranju dodatne vrijednosti (Obućina i dr. 2010).

## 2. Cilj i zadaci rada – *Aim and tasks*

Cilj je ovoga rada sagledavanje i analiziranje odnosa šumarstva i prerade drva u FBiH, identificiranje najznačajnijih problema te pronalaženje prijedloga mjera za unapređenje njihovih odnosa odnosno za unapređenje stanja tih gospodarskih djelatnosti u cjelini. Radi ostvarenja postavljenoga cilja potrebno je obaviti ove zadatke:

- ⇒ analizirati institucionalni položaj tih dviju gospodarskih djelatnosti,
- ⇒ analizirati strana ulaganja u drvnu industriju,
- ⇒ analizirati tržišta šumskih drvnih sortimenata u FBiH (odnos ponude i potražnje),
- ⇒ utvrditi mogućnosti za povećanje proizvodnje u šumarstvu FBiH,
- ⇒ izraditi SWOT analizu poduzeća drvne industrije u odnosu na poduzeća u okruženju.

## 3. Metode rada – *Methods*

Pri izradi rada primijenjene su ove standardne znanstvene metode:

- ⇒ metoda analize i sinteze (uključivši SWOT analizu),
- ⇒ komparativno-analitička metoda,
- ⇒ metoda indukcije i dedukcije.

Rad je rezultat kvantitativnoga i kvalitativnoga istraživanja relevantnih literaturnih izvora. Polazeći od izrazite specifičnosti problematike te od složenosti i osjetljivosti odnosa šumarstva i drvoprerađivačke industrije, u funkciji dosezanja postavljenoga cilja istraživanja, analizirana je vrlo opsežna literatura iz

područja: (1) zakonske regulative, (2) izrađenih studija, projekata i strategija te (3) stručnih i znanstvenih spoznaja o ovoj problematici.

#### 4. Rezultati rada – Results

##### 4.1 Analiza institucionalnoga položaja šumarstva i prerade drva – *Analysis of the institutional position of forestry and wood processing industry*

Državna šumarska administracija (državne šumarske vlasti) u FBiH sastoje se od dviju administrativnih razina: Sektora šumarstva u Ministarstvu poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva uključujući Federalnu upravu za šumarstvo, te Sektora šumarstva u kantonalnim ministarstvima uključujući kantonalne uprave za šumarstva.

Općenito se može reći da je u organizacijskom smislu ovaj sektor (promatran zasebno) prilično dobro uređen. Ipak, može se konstatirati da na federalnoj razini ima odgovarajućih preklapanja nadležnosti ministarstava (sektor šumarstva) i federalne uprave pa bi zato trebalo veoma precizno razgraničiti njihove nadležnosti i obveze.

Kada je u pitanju kantonalna organizacija šumarske administracije i uprave, postoje odgovarajuće neusuglašenosti s organizacijom na federalnoj razini. S tim u vezi bilo bi dobro uspostaviti jedinstvenu (ujednačenu) organizacijsku strukturu šumarskoga sektora na svim razinama. Takva bi struktura, među ostalim, omogućila mnogo bolju koordiniranost nadležnih institucija i njihov uspješni rad.

Institucionalna organiziranost drvne industrije pripada Federalnomu ministarstvu energije, rudarstva i industrije koje u sektoru industrije ima odjel za drvnu industriju. S obzirom na ulogu i značenje ostalih odjela (u prvom redu za energiju i rudarstvo), praktično se može utvrditi da je drvna industrija u tom ministarstvu prilično marginalizirana odnosno neravnopravna s drugim sektorima. Na razini kantona/županija drvna se industrija uglavnom nalazi u nadležnosti Ministarstva privrede/gospodarstva ili još »uopćenijem« Ministarstvu gospodarstva i prostornoga uređenja (Posavski kanton). Izuzetak je jedino Tuzlanski kanton gdje se drvna industrija nalazi u Ministarstvu poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva.

Na osnovi analize institucionalnoga položaja ovih gospodarskih djelatnosti te analize nadležnosti, obveza i rada spomenutih institucija, uočava se prilično slaba institucionalna povezanost šumarstva i drvne industrije. Ona je praktično prisutna jedino u radu Vlade FBiH, odnosno vladâ pojedinih kantona i pri udruženju

u Privrednoj/Gospodarskoj komori FBiH u okviru Grupacije šumarstva i drvne industrije, što je nedovoljno za učinkovitu koordinaciju tih dvaju sektora.

Šumarstvo i drvna industrija do 1995. godine u okviru tadašnje Vlade RBiH bili su u zajedničkom Ministarstvu za šumarstvo i industriju prerade drva, što je pouzdan indikator važnosti tih dviju gospodarskih grana, ali i pokazatelj snažne međusobne povezanosti.

Sadašnje administrativno i teritorijalno ustrojstvo BiH i FBiH nameće potrebu pronalaženja novoga učinkovitoga i općeprihvatljivoga modela povezivanja tih dviju gospodarskih djelatnosti. S tim u vezi, na osnovi analize više različitih modela, kao vrlo dobro rješenje može se smatrati ustrojavanje interresorne grupe. Tu ekspertnu grupu činili bi odgovarajući predstavnici šumarstva i drvne industrije s iskustvom, znanjem i vizijom iz tih djelatnosti. Njihov bi glavni zadatak bio strateški razvoj tih dvaju sektora, koordinacija i prijedlozi za rješavanje nastalih problema, a ingerenciju nad tim tijelom imala bi Vlada FBiH.

##### 4.2 Analiza stranih ulaganja u drvnu industriju *Analysis of foreign investments in wood industry*

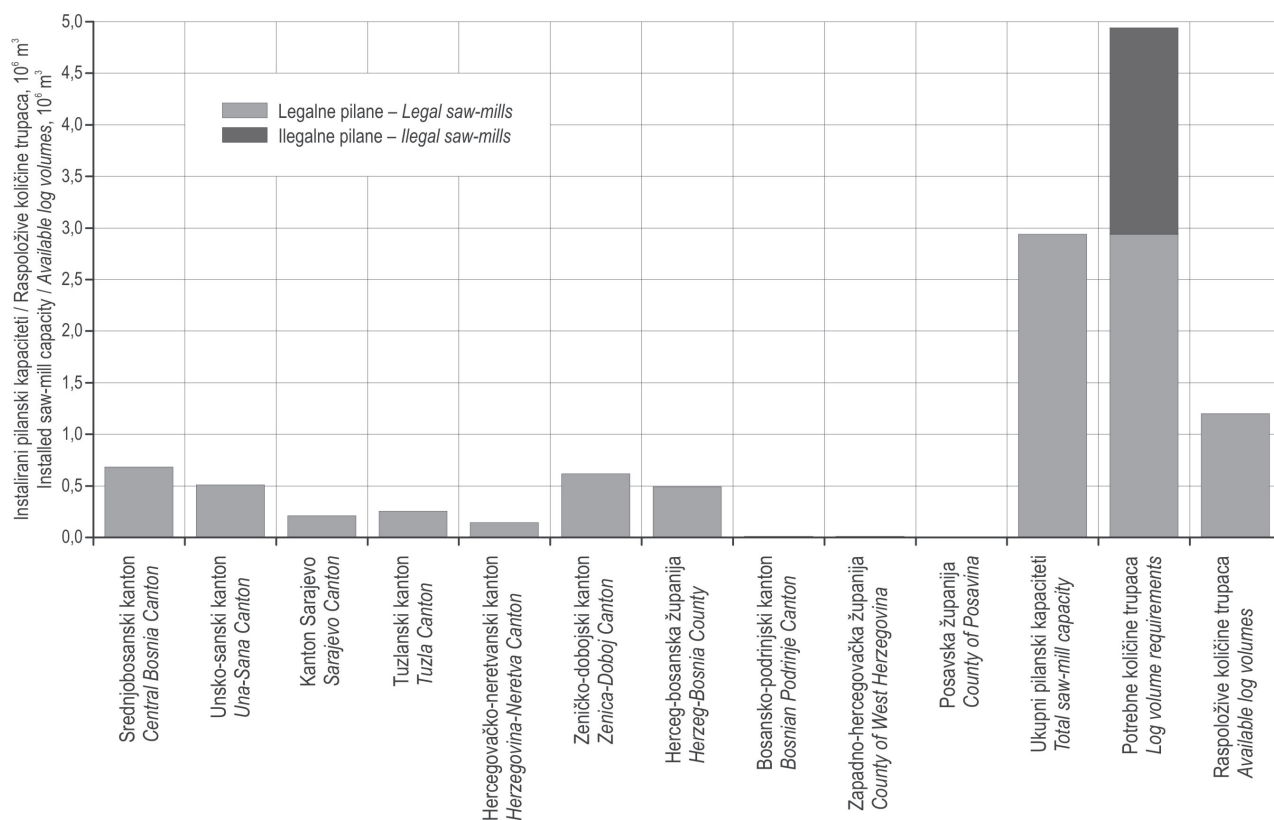
U BiH, u razdoblju od svibnja 1994. do 30. lipnja 2010. godine, u Ministarstvu vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH registrirana su 13 504 ugovora (akata) o izravnim stranim ulaganjima iz 91 zemlje svijeta. Ukupna vrijednost uloženoga stranoga kapitala iznosi 7,61 milijardu BAM ili 3,89 milijardi €.

Ukupno ulaganje u drvnu industriju iznosilo je 232,26 milijuna BAM, što čini oko 3 % ukupnih stranih ulaganja, pri čemu je većina (94 %) uložena u drvnu industriju Federacije BiH.

Iako je s obzirom na vlasničke odnose (70 % državne i 30 % privatne šume) i u skladu s političkim opredjeljenjem države bilo realno očekivati veća strana ulaganja u ovu djelatnost, to se, nažalost, nije dogodilo. U FBiH je proteklih desetak godina izrađen velik broj različitih studija i projekata vezanih uz drvnu industriju (USAID CCA, CREDO, FIPA i dr.), među ostalim, i radi privlačenja stranih investicija. Analizirajući sve izrađene studije i projekte, mogu se kao najznačajniji problemi u ovoj gospodarskoj grani izdvojiti:

- ⇒ loša kooperacija među drvoprerađivačima i nepostojanje jedinstvenoga gospodarsko-ekonomskoga prostora Bosne i Hercegovine, kao i regionalne gospodarske suradnje,
- ⇒ neadekvatna promocija drvne industrije i šumarstva na domaćem i stranom tržištu,
- ⇒ sporo i neučinkovito uvođenje standarda sustava kvalitete,





**Slika 1.** Instalirani kapaciteti primarne prerade drva i proizvodnja trupaca šumarskih poduzeća u FBiH

**Fig. 1** Installed primary wood processing capacities and log production of forestry companies in FBiH

- ⇒ izostanak ulaganja u proizvodnju ploča od usitnjenoga drva (MDF-ploče i ploče iverice),
- ⇒ nedovoljno korištenje potencijala u biomasi,
- ⇒ nedovoljno ulaganje u nove tehnologije,
- ⇒ nedostatak kvalificirane radne snage i visokostručnih kadrova.

Osim tih identificiranih problema izostanak stranih investicija u većem opsegu može se uglavnom obrazložiti ovim osnovnim razlozima:

- ⇒ prevelik broj instaliranih kapaciteta za preradu drva koji uvelike nadilazi raspoloživu količinu drvnih sortimenata,
- ⇒ sigurnost uloženoga kapitala (Mogućnost povrata kapitala i zarade vezana je, među ostalim, s odgovarajućim jamstvima za dugoročno osiguranje sirovine odgovarajuće kakvoće.),
- ⇒ slab imidž države (BiH je svrstana u zemlje s visokim rizikom ulaganja),
- ⇒ loše poslovno okruženje,
- ⇒ komplicirane administrativne procedure.

Imajući na umu očigledno dosta složenu problematiku i velik broj destimulirajućih čimbenika, a polazeći

od uspješnih modela stranih investicija u FBiH (Natron-Hayat, Standard), može se kao prijedlog hitnih i najvažnijih mjera za privlačenje stranih investicija izdvojiti:

- ⇒ osigurati dugoročne ugovore za opskrbu sirovinom strateški bitnim investitorima; tako se potencijalnim investitorima pruža sigurnost poslovanja i povrat investicija,
- ⇒ pojednostaviti administrativne procedure i ubrzati procese odlučivanja prilikom ulaganja stranoga kapitala u drvnu industriju,
- ⇒ osigurati zajednički i usuglašen nastup šumarstva i prerade drva prema svim potencijalnim investitorima u nove tehnologije koje će povećati iskoristivost postojećega drva (pogotovo manjih promjera i lošije kakvoće) i stvaranje novih proizvoda i dodatne vrijednosti.

#### 4.3 Analiza instaliranih kapaciteta za preradu drva – Analysis of wood processing capacities

Predmetna je analiza obuhvatila samo postrojenja za primarnu preradu drva jer je na taj način moguće sagledati i odnos ponude i potražnje za šumskim

drvnim sortimentima u FBiH. Na slici 1 prikazani su instalirani kapaciteti primarne prerade drva po pojedinim kantonima/županijama te ukupno za FBiH, postojeća količina trupaca šumarskih poduzeća i procijenjeni kapaciteti nelegalnih pilana (Tosterud i Nordberg 2011).

Na osnovi prikazane slike vidljivo je da instalirani kapaciteti znatno premašuju trenutne raspoložive količine trupaca odnosno mogućnosti proizvodnje šumarskih poduzeća. Ne uzimajući u obzir nelegalne pilane, ukupni kapaciteti primarne prerade drva u Federaciji BiH za oko 2,5 puta veći su od ponude šumarskih poduzeća. S obzirom na to da su mogućnosti proizvodnje šumarskih poduzeća FBiH, ponajprije u visokim šumama s prirodnom obnovom, ograničene etatom i manje-više na istoj razini već dugi niz godina, jasno je da drvoprerađivači dio svojih potreba moraju zadovoljavati uvozom. Unatoč tomu, velik dio njihovih kapaciteta i dalje ostaje neiskorišten. Bitno obilježje postrojenja primarne prerade drva u FBiH jest njihov mali proizvodni kapacitet. Na području FBiH legalno radi oko 540 pilana, što znači da je prosječni proizvodni kapacitet negdje oko 5 800 m<sup>3</sup>/god. po jednoj pilani. Poznato je da je trend u pilanarstvu znatno povećanje kapaciteta pilana (više od 100 000 m<sup>3</sup>/god.) i da mali kapaciteti nisu produktivni i održivi. Pilanska prerada u FBiH morat će pratiti taj razvojni smjer i restrukturirati se na manji broj većih i konkurentnijih jedinica.

Za ublažavanje izrazito nepovoljnoga odnosa ponude i potražnje trupaca i općenito unapređenja stanja industrije primarne prerade drva u FBiH predlaže se sljedeće:

Preko nadležnih institucija inzistirati na potpunoj realizaciji planiranoga opsega sječa u svim visokim šumama te tražiti načine za njegovo povećanje.

Dosljedna primjena Pravilnika o minimalno tehničko-tehnološkim uvjetima rada pilana i Zakona o inspekcijskim poslovima radi eliminiranja rada nelegalnih pilana.

Definirati količine šumskih sortimenata zanimljive za moguću proizvodnju ploča od usitnjenoga drva. Riječ je o pločama od iverja i tzv. OSB-pločama. To može poslužiti kao bitna osnova za privlačenje investicija u ovu djelatnost.

Definirati količine šumskih sortimenata zanimljive za moguću proizvodnju specijalnih proizvoda na osnovi furnira. Ovdje se misli u prvom redu na proizvode od ljuštenoga furnira dobivenih od trupaca niže kakvoće i manjih dimenzija kao namjenski proizvod ili proizvod namijenjen daljnjoj obradi. Taj je proizvod prepoznatljiv na europskom tržištu i šire kao LVL (Laminated Veneer Lumber) i također je veoma bitan za privlačenje investicija u ovu djelatnost.

Definirati jedinstvene principe i kriterije za distribuciju drvnih sortimenata prerađivačkim kapacitetima u skladu sa sociološkim, političkim i ekonomskim mogućnostima te bolje međusobno razumijevanje između šumarstva i drvoprerađivačke industrije.

Pri Federalnoj upravi za šumarstvo potrebno je napraviti jedinstvenu bazu podataka kupaca drvnih sortimenata. Ta bi baza, među ostalim, omogućavala uvid u ažurnost plaćanja te količinu i vrstu kupljenih drvnih sortimenata.

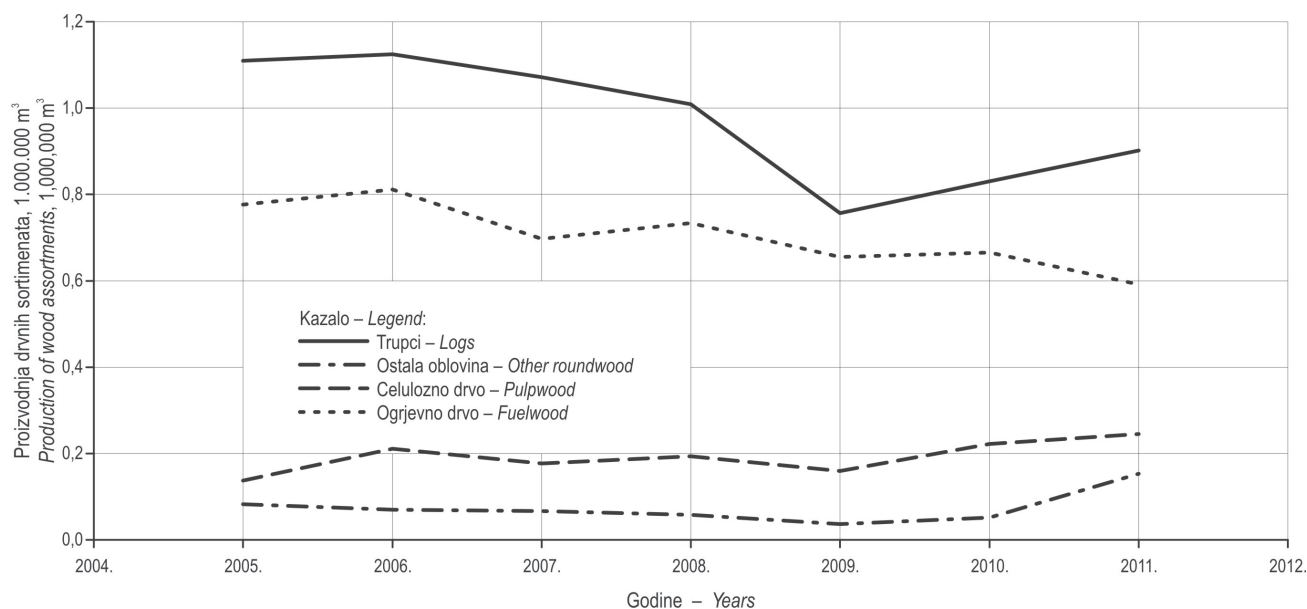
Pri Federalnoj upravi za šumarstvo napraviti bazu podataka s burzom drva.

Kada je riječ o tržištu drvnim proizvodima u šumarstvu i drvne industrije, već je duže vrijeme vidljiv i problem nedostatka FSC certifikata koji je uzrokovao otkazivanje nekih ugovora o izvozu drvnih proizvoda visoke dodatne vrijednosti. Navedeni nedostatak može u idućim godinama uvelike smanjiti izvoz proizvoda od drva na značajna tržišta EU-a. Osim FSC certifikata bitan ograničavajući čimbenik razvoja šumarstva, a posebno drvne industrije predstavlja i nepostojanje normi ISO u njihovu najvećem dijelu. Osim nepostojanja svijesti o značenju i potrebi primjene tih normi (i kod gospodarskih subjekata i kod raznih razina vlasti) osnovni razlog za ovakvo stanje svakako jest i prilično loša izobrazba kadrova za njihovu implementaciju te nepostojanje (nedostatak) domaćih kadrova za FSC CoC i ISO certifikaciju, što značajno poskupljuje proces certificiranja.

#### 4.4 Analiza mogućnosti za povećanje proizvodnje u šumarstvu FBiH – *Analysis of the possibilities to increase forestry production in F BiH*

Kao što je već naglašeno u prethodnom poglavlju, proizvodnja šumskih drvnih sortimenata u Federaciji BiH već je dugi niz godina na manje-više istoj razini. Na slici 2 prikazana je ostvarena proizvodnja od 2005. do 2011. po vrstama sortimenata. Prikazane količine drvnih sortimenata preuzete su iz redovitih godišnjih izvještaja Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva FBiH.

Na osnovi prikazane slike može se uočiti jedino nagli pad proizvodnje trupaca u 2009. godini (recesija) i određeni pad u proizvodnji ogrjevnoga drva koji korelira s rastom proizvodnje ostale oblovine. Ukupna proizvodnja drvnih sortimenata kreće se uglavnom oko 2 mil. m<sup>3</sup>/god. Polazeći od činjenice da godišnji volumni prirast krupnoga drva dostupnih visokih šuma proizvodnoga karaktera u FBiH iznosi oko 4,5 mil. m<sup>3</sup>, jasno je da postoje velike zalihe za povećanje proizvodnje u skladu s potrebama drvne industrije.



**Slika 2.** Proizvodnja drvnih sortimenata u FBiH u razdoblju 2005–2011.

**Fig. 2** Production of wood assortments in FBiH in the period 2005–2011

Ipak, također je poznato da se velik dio neiskorištenoga, a mogućega opsega sječa nalazi u neotvorenim i/ili slabije otvorenim područjima, što znači da je povećanje opsega sječa usko povezano s investicijama u gradnju šumskih putova. Značajan dio drva moguće je dobiti i njegom (proredama) u šumskim plantažama. Naime, na osnovi dostupnih podataka šumarskih poduzeća uočljivo je da se planirana sječa u šumskim plantažama ostvari u izuzetno malom opsegu, samo oko 10 %. Za unapređenje gospodarenja ovim šumama, osim pronalaženja adekvatnih tehnika i tehnologija rada koje će se na ekonomičan način »nositi« sa stabilima relativno malih dimenzija, potrebno je osigurati i tržište za drvne sortimente slabije kakvoće i manjih dimenzija.

Imajući sve to na umu, drvna industrija trebala bi kao jedan od strateških ciljeva imati otvaranje proizvodnih kapaciteta koji mogu manje vrijedne drvne sortimente pretvarati u visokokvalitetne proizvode. Trenutačno u BiH nema industrijske proizvodnje ploča od usitnjenoga drva i sve se količine tih ploča za potrebe industrije namještaja uvoze.

U prilog tomu govore i velike količine drva koje je moguće pridobiti iz panjača, a koje se sada ne koriste. Ako bi se opseg sječa i u panjačama planirao na principu kontinuiteta gospodarenja, te ako se usvoji plan po kojem bi se sve državne panjače prevele u visoke šume za 50 godina, što je realno ostvarivo, tada bi se u njima mogao očekivati godišnji opseg sječa od oko 560 000 m<sup>3</sup>. Sama primjena takva ambicioznoga plana

naravno da nije tako jednostavna. Ona bi, osim izrade dugoročnih smjernica gospodarenja šumama u kojima bi posebno mjesto imao problem konverzije panjača, razumijevala i rješavanje nekih drugih problema. U prvom redu to su osiguran plasman proizvoda i odgovarajući fondovi koji će omogućiti realizaciju projekta i u situacijama kada je on ekonomski neisplativ za šumarska poduzeća (Obućina i dr. 2013).

#### 4.5 SWOT analiza poduzeća drvne industrije SWOT analysis of wood companies

Jedan od instrumenata koji može poslužiti pri kreiranju strategije jest SWOT analiza. Ona se temelji na prikupljenim i analiziranim podacima za vrijeme istraživanja unutarnjih rezervi i vanjskih prilika. SWOT analiza je kvalitativna analitička metoda koja podacima o četirima čimbenicima prikazuje određene pojave ili situacije. Ona daje objektivnu ocjenu o skladu sposobnosti poduzeća ili sektora s uvjetima u okolini. Prikazuje unutarnje snage i slabosti, vanjske prilike i prijetnje s kojima se sektor suočava. SWOT analizom nastojimo identificirati poslovnu strategiju kojom će se na najbolji mogući način iskoristiti snage i umanjiti slabosti te kapitalizirati prilike i umanjiti prijetnje u drvnjoj industriji. Od velike je pomoći prilikom planiranja i ocjena strategije razvoja sektora. Analizom vanjskih i unutarnjih čimbenika nastoje se objektivno spoznati unutarnje i vanjske specifičnosti sektora.

U tablicama 1 i 2 prikazane su unutarnje snage i slabosti, te vanjske prilike i prijetnje koje su prepoznate

**Tablica 1.** Unutarnja analiza – profil snaga i slabosti**Table 1** Internal analysis – profile of strengths and weaknesses

| Snage / Strengths (S)   |    | Slabosti / Weaknesses (W)   |    |
|---|----|---|----|
| Zemljopisni položaj – <i>Geographical position</i>                          | 4  | Promocija – <i>Promotion</i>  | 5  |
| Veličina poduzeća – <i>Enterprise size</i>                                  | 2  | Visoki troškovi proizvodnje – <i>High production costs</i>          | 4  |
| Infrastruktura – <i>Infrastructure</i>                                      | 2  | Metode kalkulacije – <i>Calculating methods</i>                     | 3  |
| Asortiman proizvodnoga programa – <i>Production program assortment</i>      | 4  | Problemi prodaje – <i>Selling problems</i>                          | 4  |
| Industrijska tradicija u regiji – <i>Industrial tradition in the region</i> | 3  | Zastarjela tehnologija – <i>Outdated technology</i>                 | 2  |
| Proizvodni kapaciteti – <i>Production capacities</i>                        | 4  | Trend profita – <i>Profit trend</i>                                 | 4  |
| Visoka kakvoća proizvoda – <i>High product quality</i>                      | 5  | Struktura kapitala – <i>Capital structure</i>                       | 3  |
| Pouzdanost dobavljača – <i>Supplier reliability</i>                         | 2  | Brzina donošenja odluka – <i>Decision making speed</i>              | 4  |
| Energetsko okupljanje resursa – <i>Energy resource consolidation</i>        | 4  | Nedostatak tržišnih informacija – <i>Lack of market information</i> | 4  |
| Uskladenost proizvodnoga programa – <i>Production program compatibility</i> | 2  | Sporo otvaranje novih tržišta – <i>Slow opening of new markets</i>  | 3  |
| Ukupna vrijednost – <i>Total value</i>                                      | 32 | Ukupna vrijednost – <i>Total value</i>                              | 36 |

**Tablica 2.** Vanjska analiza – profil prilika i prijetnji**Table 2** External analysis – profile of opportunities and threats

| Prilike / Opportunity (O)   |    | Prijetnje / Threat (T)   |    |
|---|----|--|----|
| Organizacija poduzeća – <i>Enterprise organization</i>                              | 4  | Ekološki zahtjevi – <i>Environmental conditions</i>  | 5  |
| Korištenje kapaciteta – <i>Capacity usage</i>                                       | 3  | Vladina ekonomska politika – <i>Governmental economic policy</i>   | 4  |
| Segmentirano tržište – <i>Segmented market</i>                                      | 4  | Visoka stopa inflacije – <i>High inflation</i>   | 3  |
| Tržišni udio – <i>Market share</i>  | 3  | Razvoj u makrookruženju i mikrookruženju<br><i>Development in macro environment and microenvironment</i> | 2  |
| Kakvoća proizvoda konkurencije – <i>Competitor product quality</i>                  | 2  | Tržišna snaga kupaca – <i>Buyers' market force</i>   | 3  |
| Nabava osnovnih sirovina – <i>Raw material procurement</i>                          | 5  | Konkurencija stranoga tržišta – <i>Foreign market competition</i>  | 5  |
| Nabava poluproizvoda i servisiranje – <i>Semi-product procurement and servicing</i> | 4  | Skupa financijska sredstva – <i>Expensive financial means</i>  | 4  |
| Širenje tržišta – <i>Market expansion</i>   | 5  | Utjecaj trgovačkih saveza – <i>The influence of trading unions</i>                                       | 2  |
| Korištenje stranih kooperacija – <i>Using foreign cooperation</i>                   | 3  | Struktura kupaca – <i>Buyers' structure</i>  | 4  |
| Tržište radne snage – <i>Work force market</i>                                      | 4  | Mogućnost supstitucije proizvoda – <i>Product substitutability</i>                                       | 4  |
| Ukupna vrijednost – <i>Total value</i>  | 37 | Ukupna vrijednost – <i>Total value</i>   | 36 |

i vrednovane. Složene su prema važnosti, pri čemu najvažniji čimbenik ima vrijednost 5, a najmanje važan čimbenik označen je brojem 1.

Analiza snaga i slabosti pokazuje da je najvažnija snaga kakvoća proizvoda, širok proizvodni program i energetsko okupljanje resursa. Slabošću se smatraju odluke koje menadžment sporo donosi, te financijsko poslovanje i nedostatak tržišnih informacija.

Analiza prilika i prijetnji pokazala je da su najvišu ocjenu unutar prilika dobili slobodno i prilagodljivo tržište rada u regiji, uz odgovarajuće kvalifikacije i stalnu opskrbu sirovinom. Najveća je prijetnja jaka konkurencija stranoga tržišta, nepogodna struktura kupaca, skupa financijska sredstava za budući razvoj i opasnost od zamjene proizvoda od drva kompozit-

nim materijalima, lakim metalima, plastičnim masama i sl.

Na osnovi analize rezultata međusobnoga utjecaja snaga, slabosti, prilika i prijetnji dana je SWOT matrica s četiri moguće strategije kao konačna interpretacija postignutih rezultata (tablica 3).

Završni je korak ove analize izbor odgovarajuće strategije. Ukupna vrijednost snaga i slabosti na jednoj, te prilika i prijetnji na drugoj strani, uspoređene su i izračunate razlike:

$$\Rightarrow \text{snage (S)} - \text{slabosti (W)}: 35 - 39 = -4 \text{ (1)},$$

$$\Rightarrow \text{prilike (O)} - \text{prijetnje (T)}: 37 - 36 = 3 \text{ (2)}.$$

Rezultati pokazuju da poduzeća drvne industrije u FBiH imaju više slabosti (W) i više prilika (O).



**Tablica 3.** SWOT matrica strateških alternativa**Table 3** SWOT matrix of strategic alternatives

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | Snage / Strengths (S)<br>– zemljopisni položaj – <i>geographical position</i><br>– infrastruktura – <i>infrastructure</i><br>– energetska okupljanje resursa – <i>energy resource consolidation</i><br>– kakvoća proizvoda – <i>product quality</i><br>– proizvodni program – <i>production program</i> | Slabosti / Weaknesses (W)<br>– sporo donošenje odluka – <i>slow decision making</i><br>– likvidnost – <i>liquidity</i><br>– otvaranje novih tržišta – <i>opening new markets</i><br>– tržišne informacije – <i>market information</i><br>– relativno zastarjeli tehnički i tehnološki park – <i>rather outdated technical and technological equipment</i> |
| Prilike / Opportunities (O)<br>– slobodno i prilagodljivo tržište radne snage u regiji – <i>a free and adjustable work force market in the region</i><br>– raspoloživost osnovne sirovine drva – <i>availability of wood raw material</i><br>– instalirani kapaciteti – <i>installed capacities</i> | SO strategija / SO Strategy<br>– orijentacija na strana tržišta – <i>foreign market oriented</i><br>– razvoj novih proizvoda – <i>developing new products</i>   | WO strategija / WO Strategy<br>– licencirana proizvodnja / <i>licensed production</i><br>– otvorenost prema novim partnerima – investitorima – <i>open towards new partners - investors</i>   |
| Prijetnje / Threats (T)<br>– oštriji zahtjevi kupaca / <i>harsher demands by buyers</i><br>– nemogućnost kreditiranja – <i>impossibility of crediting</i><br>– zamjena drva drugim materijalima – <i>substituting wood with other materials</i>   | ST strategija / ST Strategy<br>– korištenje rezervi / <i>using the reserves</i><br>– proširenje proizvodnog programa – <i>widening the production program</i>   | SW strategija / SW Strategic<br>– revalorizacija poduzeća – <i>enterprise revaluation</i><br>– poduzeća u drugim područjima – <i>enterprises in other areas</i>   |

Najprikladnija je strategija za drvnoindustrijska poduzeća WO strategija, strategija saveza.

Nepovoljni financijski uvjeti u drvnoj industriji upućuju na potrebne promjene i restrukturiranje poduzeća. Ako se ne poboljša financijska situacija i ne pronađu povoljniji izvori financiranja za ostvarivanje potrebnih promjena u drvnoj industriji, nužno je razmišljati o ulasku stranih investicija ili spajanju s jakim inozemnim partnerom. Rezultati SWOT analize daju potrebne informacije za određene promjene, koje su nužne u procesu restrukturiranja te bržega i snažnijega razvoja drvne industrije u FBiH.

Problemi s kojima se ova industrija suočava jesu ovi:

- ⇒ povećani zahtjevi kupaca za kakvoćom proizvoda,
- ⇒ mala fleksibilnost postojećih tehnologija,
- ⇒ ograničen proizvodni program,
- ⇒ zastarjelost dizajna proizvoda,
- ⇒ visoki proizvodni troškovi po jedinici gotovoga proizvoda, nedovoljno korištenje kapaciteta,
- ⇒ sporo prilagođavanje promjenama i zahtjevima tržišta i kupaca.

U vezi s iznesenim problemima prijedlog za poboljšanje stanja sadrži ove mjere:

- ⇒ stvaranje brenda namještaja od masivne bukovine,
- ⇒ stimuliranje uvođenja fleksibilnih tehnologija i asortimana proizvoda,

- ⇒ ustrojavanje instituta za tehnologije, dizajn i kontrolu kakvoće proizvoda,
- ⇒ izrada studije o mogućnostima prerade šumskih sortimenata manje vrijednosti,
- ⇒ stalna međusobna komunikacija predstavnika šumarstva i drvne industrije o promjenama u okruženju i promjenama na svjetskom tržištu,
- ⇒ stimuliranje izvoza (izvoznika) proizvoda s većom dodatnom vrijednosti (subvencioniranje) kao privremena mjera,
- ⇒ promocija šumarstva i drvne industrije kao strateških grana pod geslom »Šume i drvo za održivi razvoj FBiH« odgovarajućim promotivnim materijalom (TV-spot, veliki plakati i sl.).

## 5. Zaključci – Conclusions

Na osnovi provedenih analiza i dobivenih rezultata, koji su u okviru rada detaljno prikazani, mogu se izdvojiti ovi važniji zaključci:

Analiza institucionalnoga položaja šumarstva i drvne industrije i njihovih međusobnih odnosa pokazala je da ne postoji strateški sektorski odnosno međusektorski pristup razvoja tih dviju, za gospodarstvo FBiH izuzetno značajnih djelatnosti. Šumarstvo i industriju prerade drva potrebno je promatrati kao povezani lanac u stvaranju dodatne vrijednosti. Odnosi između šumarstva i drvne industrije moraju biti partnerski, a ne sukobljeni. Kao prihvatljiv

i učinkovit model institucionalnoga povezivanja šumarstva i drvne industrije može se smatrati ustrojanje tzv. interesorne grupe.

Šumarstvo i drvna industrija važne su gospodarske grane FBiH. Sirovinska osnova tih gospodarskih djelatnosti raspodijeljena je u cijeloj Federaciji, pa osim ekonomskoga ima i veliko lokalno, odnosno regionalno i socijalno značenje (zapošljavanje i zadržavanje stanovništva u malim sredinama). Nažalost, slika tih dviju gospodarskih djelatnosti na puno je nižoj razini od njihova značenja. Stoga je potrebno stalno raditi na podizanju svijesti o značenju šumarstva i drvne industrije za održivi razvoj FBiH (promociju u školama, medijima, udruženjima, nadležnim ministarstvima i dr.).

Ekološka je svjesnost postala nezaobilazan način razmišljanja kupaca, pogotovo u industrijski razvijenim zemljama. S tim u vezi javili su se odgovarajući alati (certificiranje) kojima se potvrđuje da gospodarenje i poraba šuma postiže utvrđenu ekološku, gospodarsku i socijalnu razinu, odnosno da se šumama gospodari u skladu s načelima održivosti. S obzirom na izvozno orijentirani karakter drvne industrije nužno je, radi uspješnoga poslovanja, zadovoljiti norme certificiranja koje su sveprisutne na tržištu.

Strateški ciljevi drvne industrije ne mogu se, realno uzevši, ostvariti bez suradnje i koordiniranoga djelovanja sa šumarstvom, i obratno. Na primjer, otvaranje proizvodnih kapaciteta za preradu sortimenata slabije kakvoće i manjih dimenzija, kao jedan od identificiranih strateških ciljeva drvne industrije, moguće je ostvariti jedino u koordiniranom radu i djelovanju sa šumarstvom uz postizanje jednoga od strateških ciljeva ove djelatnosti (prevođenje panjača u visoke šume i dosljedno provođenje mjera njege u podignutim šumskim plantažama).

## 6. Literatura – References

Agencija za statistiku BiH: Industrijska proizvodnja u Bosni i Hercegovini za 2011. godinu. PRODCOM rezultati.

Begović, B., 1960: Strani kapital u šumskoj privredi BiH za vrijeme otomanske vladavine. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, 5: 1–274.

Begović, B., 1978: Razvojni put šumske privrede u BiH u periodu Austrougarske uprave (1878–1919) sa posebnim

osvrtnom na eksploataciju šuma i industrijsku preradu drveta. ANUBiH, Odjeljenje društvenih nauka, knj. 31: 1–204.

Begović, B., 1985: Šumarska privreda Bosne i Hercegovine za vrijeme monarhističke Jugoslavije (1914–1941) sa posebnim osvrtom na eksploataciju šuma i industrijsku preradu drveta. Institut za istoriju u Sarajevu, posebno izdanje, str. 1–487.

EBRD, FIPA, 2006: Identifikacija investicionih projekata za održivo šumarstvo i drvnu industriju.

Federalno ministarstvo energije, rudarstva i industrije, 2010: Analiza postojećeg stanja u drvnoj industriji.

Ilić, L., 2011: Perspektive razvoja drvne industrije u Bosni i Hercegovini i njen uticaj na ukupnu vanjskotrgovinsku bilancu. Tranzicija – časopis za ekonomiku i politiku tranzicije, 28: 80–88.

Kulušić, B., 1998: Nacionalni izvještaj o šumama i šumarstvu Bosne i Hercegovine i Federacije Bosne i Hercegovine. Međunarodni PHARE program za životnu sredinu – Međunarodni šumarski program, str. 1–60.

Obućina, M., Š. Šorn, J. Musić, Š. Alimanović, 2010: Odnosi šumarstva i drvoprerađivačke industrije. CEPOS, str. 1–95.

Obućina, M., A. Lojo, J. Musić, Z. Maunaga, J. Čavkunović, H. Liljeblad, R. Matošević, 2012: Iskorištavanje niže vrijednih drvnih sortimenata i pretvorba izdanačkih šuma u BiH. Fostering Interventions for Rapid Market Advancement (FIR-MA).

Mašinski fakultet Sarajevo i Strojarski fakultet Mostar, 2009: Razvoj industrijske politike u F BiH.

Mašinski fakultet i GTZ, 2002: Moderni marketing, zahtjevi EU u industriji namještaja i drveta.

Ministarstvo trgovine i ekonomskih odnosa BiH, 2010: Pregled registriranih direktnih strana ulaganja.

Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva FBiH: Informacije o gospodarenju šumama u Federaciji BiH u 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. i 2011. godini.

Savcor Indufor – CETEOR, 2007: Razvoj državnih standarda za održivo upravljanje šumama i certifikaciju šuma (završni izvještaj, prva verzija).

Službene novine Federacije BiH br. 1/94, 13/97, 16/02, 22/02, 52/02, 63/03, 9/04, 20/04, 33/04, 71/05, 72/05 i 88/08: Ustav Federacije Bosne i Hercegovine sa amandmanima.

Tosterud, A, M. Nordberg, 2011: Procjena tržišta pilanskih trupaca BiH. ORGUT Consulting AB.

---

Abstract

---

*Relationship between Forestry and Wood Processing Industry in Federation of Bosnia and Herzegovina*

Forestry and wood processing industry is an important segment of the economy of the Federation of Bosnia and Herzegovina, and its development is based on exploiting domestic natural resources. The wood processing industry has a long tradition and it is the oldest industry branch in B&H. It is environmentally acceptable, it has a huge exporting potential and a large surplus. Although the relations between forestry and wood processing industry represent a linked chain in creating added value, in practice it has been shown that these relations have not been regulated properly, neither while they were organized together, nor nowadays when they are separated. Scientists and experts generally consider that the utilization of wood and forest potential, and the functionality and availability of wood processing capacities are not on a satisfactory level. It is also evident that there is no coordinated strategy in the sector and among sectors for a stronger development of this industry branch.

The aim of this paper is to perceive and analyze the relations between forestry and wood processing in FB&H; to identify the most important issues and present the proposed measures for the improvement of these relations, i.e. the improvement of these industry activities in general.

The results of this paper, obtained after detailed analysis, indicate a very weak institutional connection between these industrial activities and the inability to determine and/or coordinate common strategic aims. An important discrepancy has been established between the installed wood processing capacities and the current production potential of forestry enterprises, and measures have been defined for improving this situation. The implemented SWOT analysis of wood companies identified and evaluated all internal strengths and weaknesses, external opportunities and threats; and eventually defined the most suitable strategy (the alliance strategy).

All the implemented analyses lead to the general conclusion that the strategic aims of wood processing industry cannot be met without the cooperation and coordinated action with the forestry sector, and vice versa.

*Keywords:* forestry, wood processing industry, cooperation, condition improvement

---

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Doc. dr. sc. Jusuf Musić

e-pošta: jusufmusic@yahoo.com

Prof. dr. sc. Safet Gurda

e-pošta: safetgurda@yahoo.com

Doc. dr. sc. Velid Halilović

e-pošta: velidha@yahoo.com

Katedra za iskorišćavanje šuma, projektovanje i  
građenje u šumarstvu i hortikulturi

Šumarski fakultet u Sarajevu

Zagrebačka 20

71000 Sarajevo

BOSNA I HERCEGOVINA

Doc. dr. sc. Murčo Obućina

Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu – Odsjek

Tehnologije drveta

Vilsonovo šetalište 9

71000 Sarajevo

BOSNA I HERCEGOVINA

Primljeno (Received): 11. 07. 2013.

Prihvaćeno (Accepted): 23. 10. 2013.

# Ocjena revirnoga sustava gospodarenja šumama u Hrvatskoj temeljem stavova šumarskih stručnjaka

Mario Šporčić, Josip Bartolčić, Vencel Vondra, Matija Bakarić,  
Matija Landekić, Ivan Martinić

## Nacrtak – Abstract

Gospodarenje šumama doživjelo je mnoge promjene u povijesti u skladu s promjenama ustroja poduzeća kojima je ono povjereno. Najčešće su primjenjivani jednostavni (funkcionalni, nadšumarski) ili složeni (revirni) organizacijski načini gospodarenja šumama. Od 1991. godine u šumarstvu Republike Hrvatske postoji složen organizacijski sustav s revirnim načinom gospodarenja koji provodi jedinstvena šumarska tvrtka, društvo s ograničenom odgovornošću u državnom vlasništvu (Hrvatske šume d.o.o. Zagreb). Šumski je revir zaokružena površina šume na kojoj u pravilu visoko obrazovani šumarski stručnjaci obavljaju u skladu sa svojim ovlastima sve planom predviđene poslove i odgovorni su za njihovo izvršenje. Postojeće stanje revirnoga sustava u hrvatskom šumarstvu, s njegovim obilježjima i primjenom, ocijenjeno je ispitivanjem mišljenja i stajališta a) revirnika i upravitelja šumarija te b) nositelja poslovnih funkcija u višim ustrojbenim cjelinama Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb. SWOT analizom prikazane su glavne prednosti i nedostaci gospodarenja šumama uz primjenu revirnoga sustava u Hrvatskoj. Rezultati istraživanja pokazuju potrebu zadržavanja revirnoga ustroja šumarija te nužnost unaprjeđenja postojećega stanja razvojem ljudskih potencijala na svim razinama kao najvažnijega čimbenika uspješnosti poduzeća. Stimulativne mjere i participacija zaposlenika ističu se kao glavni način u ostvarenju optimalnoga korištenja raspoloživih prirodnih i ljudskih resursa radi učinkovitijega poslovanja šumarskoga poduzeća.

*Ključne riječi:* šumarstvo, šumsko poduzeće, ustroj, šumarija, revir, gospodarenje šumama

## 1. Uvod – Introduction

Oblik ustroja šumarstva u Republici Hrvatskoj (RH) predmet je mnogih znanstvenih i stručnih rasprava. Vlasnička struktura šuma i šumskoga zemljišta pokazuje da je 80 % ukupne šumske površine u državnom vlasništvu, dok tek 20 % površine pripada privatnim šumoposjednicima (Godišnje poslovno izvješće HŠ, 2012). Prema tomu jasan je interes Republike Hrvatske u gospodarenju i očuvanju toga vrijednoga resursa, što je dodatno potkrijepljeno Ustavom (1990) u kojem je istaknuta posebna važnost i položaj šuma i šumarstva kao dobra, odnosno djelatnosti od osobitoga društvenoga značenja.

Hrvatsko je šumarstvo u povijesti bilo vrlo različito ustrojeno. Početkom devetnaestoga stoljeća osnivane su »zemljišne zajednice« koje je 1848. godine zamijenio

prvi pokušaj uvođenja revirnoga sustava primjenom gospodarsko-tehničke i administrativne razdiobe šuma. Drugi pokušaj uvođenja revirnoga sustava, koji također nije doživio primjenu u praksi, dogodio se sredinom 20. stoljeća (Prpić i dr. 1976). Početkom 1970-ih osnivaju se »osnovne organizacije udruženoga rada« (OOUR) koje su funkcionirale sve do 1990. godine kada dolazi do korjenitih promjena i uvođenja revirnoga sustava kakav postoji i danas. Povijesni pokušaji revirnoga gospodarenja nisu uvijek imali pozitivne odjeke, međutim posljednja primjena našla je čvrst oslonac u dobrim iskustvima srednjoeuropskih zemalja, posebice Austrije, Njemačke, Mađarske i Slovačke.

U gospodarenju šumama poznata su dva oblika organizacije lokalnih uprava za šumsko gospodarstvo: jednostavni (funkcionalni, nadšumarski) i složeni (sustav revirnih šumara). Osnovna razlika između tih sus-



tava dolazi do izražaja u djelokrugu upravnika (*rukovođitelja*), tj. u tome da li on aktivno sudjeluje u svim poslovima šumskoga gospodarenja ili samo nadzire njihovo izvršenje (Marinović 1939). Današnje stanje šuma i mogućnost primjene jednostavnoga ili složenoga sustava upravljanja općenito je zasnovano na prihvatanju principa potrajnosti gospodarenja te povećanja šumskih površina i drvne zalihe, što je donošenjem Zakona o šumama (1852) načelu održivoga gospodarenja dalo i zakonsku formu.

Danas je gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj povjereno trgovačkomu društvu Hrvatske šume d.o.o. Zagreb (HŠ) i rezultat je nastojanja za jedinstvenim načinom gospodarenja šumama i šumskim zemljištem na cijelom teritoriju RH. Usporedno s osnivanjem i početkom rada HŠ (1. siječnja 1991) donesen je Zakon o šumama (1990) kojim je propisano gospodarenje šumama na osnovi revira. U dotadašnjim razmatranjima organizacijskoga načina upravljanja šumama i revirnoga ustroja šumarstva zabilježeno je više stručnih članaka i razmišljanja. Tako Marinović (1939) tvrdi da »težište cijelog šumskog gospodarstva leži na osnovnim upravnim jedinicama (...) šumarijama ili upravama. (...) Pogrešno je ako se osnovne upravne jedinice smatra samo izvršnim organima regionalnih nadležstva; one zapravo trebaju voditi šumsko gospodarstvo. (...) Dva su sistema u pogledu organizacije lokalnih uprava za šumsko gospodarstvo: jednostavni (funkcionalni, nadšumarski) i složeni (sustav revirnih šumara).«

Između novijih objava mnogi se autori bave različitim aspektima upravljanja šumama te unapređenja proizvodnje i poslovanja u hrvatskom šumarstvu (Horvat 2007, Šporčić i dr. 2009, Antonić 2010, Šporčić i dr. 2011, Landekić i dr. 2013). Pitanje revirnoga ustroja u šumarstvu RH izravno obrađuje Bartolčić (2012) u svom magistarskom radu. U ovom se članku prenosi dio rezultata istraživanja u okviru rada »Ocjena revirnog ustrojstva šumarija u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb« (Bartolčić 2012).

U skladu sa značenjem koje revirni ustroj ima za gospodarenje šumama RH, ispitivanjem glavnih skupina zaposlenika HŠ nastojalo se spoznati stvarno stanje i značajke revirnoga sustava u šumskom gospodarstvu, utvrditi obilježja njegove primjene te ocijeniti glavna postignuća, prednosti i nedostatke u proteklom razdoblju.

## 2. Problematika i ciljevi istraživanja *Scope and aim of research*

Hrvatske šume d.o.o. Zagreb kao poduzeće za gospodarenje šumama i šumskim zemljištem u Republici

Hrvatskoj osnovano je i započelo raditi temeljem Zakona o šumama 1. siječnja 1991. godine, prvo kao javno poduzeće, a zatim kao trgovačko društvo (od 8. travnja 2002). Unutarnja organizacija Društva, propisana Pravilnikom o unutarnjoj organizaciji HŠ, utvrđena je prema funkcionalno-teritorijalnom načelu i definira vrste poslova koji se obavljaju u pojedinim ustrojbenim jedinicama uz razgraničenje njihove nadležnosti i odgovornosti, poslovnih ovlaštenja te drugih pitanja. Tvrtka ima trostupanjsku organizacijsku strukturu koju čine: Direkcija, uprava šuma podružnice (UŠP), šumarije/radne jedinice. Direkcija je stožerna razina Društva i sastoji se od ureda Uprave društva i sedam zasebnih sektora. Uprava šuma podružnica gospodari šumama i šumskim zemljištima u dijelu šumskogopodarskoga područja. Podsustav UŠP sve proizvodnogospodarske zadatke ostvaruje preko šumarija. Šumarija je temeljna organizacijska jedinica za izvođenje svih stručno-tehničkih poslova na dijelu UŠP. Stručno-tehnički poslovi u šumariji organiziraju se po revirnom sustavu (Šporčić 2007). Ovisno o opsegu poslova i radnih zadataka, revir predstavlja određeni dio, odnosno jednu ili više gospodarskih jedinica, a njime rukovodi revirnik koji je odgovoran upravitelju šumarije.

Promatrajući oblik i način gospodarenja šumama, hrvatsko je šumarstvo upoznalo dva osnovna načina organiziranosti:

- ⇒ jednostavni (funkcionalni ili nadšumarski),
- ⇒ složeni (revirni) sustav.

Osnovna je razlika između tih dvaju načina organiziranosti u nadležnostima i odgovornostima šumarskoga stručnjaka (inženjera/revirnika). Opisujući detaljno razlike, Bartolčić (2012) ističe da jednostavni sustav omogućuje brži horizontalni protok informacija do izvršne razine (radnika izvršitelja). U tom se sustavu šumarski stručnjak ograničava tek na formalnu kontrolu izvedenih radova bez mogućnosti utjecaja na kakvoću donesenih odluka. Donošenje odluka koje izravno utječu na kakvoću i količinu stručno-tehničkih poslova pritom je prepušteno manje obrazovanomu kadru. U složenom (revirnom) načinu gospodarenja šumarski stručnjak/revirnik neposredno je uključen u donošenje odluka na operativnoj razini. U tom sustavu revirnik je prenošenjem informacija spona prema nadređenomu upravitelju šumarije koji preuzima funkciju nadzora izvedenih radova. Takvim načinom rada ostvaruje se veća okomita protočnost informacija te veća uključenost šumarskih inženjera operativaca u proces donošenja odluka. Time je omogućeno da šumarski inženjeri (revirnici) svojim radnim postupcima izravno utječu na način i kakvoću obavljanja radno-proizvodnih zadataka i posredno na uspješnost revira, ali i šumarije (Bartolčić 2012).

U funkcionalnom načinu gospodarenja izražena je uska specijalnost šumarskih stručnjaka »tehnologa« (referenata) za pojedina područja šumarstva, dok revirnik predstavlja »kompletnoga« stručnjaka koji samostalno vodi sve vrste radova na svom reviru. Primjena jednoga ili drugoga sustava vezana je u mnogočemu kako uz kadrovsku strukturu tako i uz veličinu područja kojim se upravlja. Naime, na većim područjima gotovo je i fizički nemoguće provoditi isključivo jednostavni sustav organiziranosti. Upravo takve pretpostavke obilježje su i današnjega revirnoga ustroja hrvatskoga šumarstva (Bartolčić 2012).

### 2.1 Revirni ustroj Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb *Forest district organization of Croatian Forests Ltd. Zagreb*

Revir je najniži organizacijski sustav poduzeća HŠ i sastavni je dio šumarije. Prema Glavaču (1998) šumski je revir dio šumskoga zemljišta pod nadzorom revirnoga šumara (pri intenzivnom gospodarenju oko 300 do 2 000 ha), a revirni šumar ili revirnik je upravitelj šumskoga revira sa srednjom ili visokom stručnom spremom. Revirnik za povjereno mu područje u skladu s osnovom gospodarenja priprema podloge za izradu godišnjih planova proizvodnje i radova biološke obnove šuma, koji nakon usuglašavanja postaju podloga za izradu plana poslovanja šumarije (Posarić 2007). Nakon usvajanja plana poslovanja šumarije revirnik ga provodi za svoj revir upravljajući s pomoćnicima revirnika, radnicima sjekačima, uzgojnim radnicima i lugalima u svakodnevnom rješavanju radnih zadataka. Drugim riječima, revirnik samostalno vodi sve vrste radova na svom reviru u planom zadanim okvirima i odgovoran je upravitelju šumarije i/ili njegovu pomoćniku za kakvoću i količinu izvedenih radova (Bartolčić 2012). Revirni je ustroj dokaz važnosti stručnoga pristupa pri provođenju tehničkih i tehnoloških napredaka u gospodarenju šumama. Inženjer na terenu u operativu (revirnik) bitan je dio cjelokupnoga lanca vođenja koji primjenjujući stručna znanja u svojim svakodnevnim aktivnostima pridonosi ostvarenju ciljeva poduzeća. S druge strane, šumarski stručnjak još uvijek nailazi na mnoga ograničenja u donošenju odluka i provođenju svojih stručnih aktivnosti (Bartolčić 2012).

### 2.2 Ciljevi istraživanja – *Research goals*

Osnovna zadaća provedenoga istraživanja bila je dobiti indikativne rezultate koji bi odražavali stajališta ispitanika o revirnom gospodarenju šumama, odnosno koji bi dali informativnu sliku o revirnom ustroju HŠ. Glavni se ciljevi pritom odnose na ocjenu realizacije, stanje i temeljne značajke revirnoga sustava u HŠ (ispitivanje revirnika i upravitelja šumarija), karakteristike

oživotvorenja i procjenu postignuća revirnoga ustroja (ispitivanje nositelja poslovnih funkcija u UŠP i Direkciji) te na SWOT analizu glavnih prednosti i nedostataka revirnoga gospodarenja šumama u RH.

U skladu s postavljenim ciljevima istraživanja namjerava se istaknuti važnost poticanja i razvijanja revirnoga načina gospodarenja šumama kao temeljne pretpostavke uspješne proizvodnje i poslovanja. Pritom se smatra da rezultati i nalazi provedenih istraživanja mogu činiti objektivna polazišta u kreiranju strategija za poboljšanje revirnoga gospodarenja šumama te za unaprjeđenje upravljačke i poslovne prakse u poduzeću.

### 3. Materijal i metode – *Material and methods*

Istraživanje revirnoga sustava gospodarenja šumama primarno je provedeno u državnom poduzeću za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima (HŠ), a uključilo je zaposlenike koji su neposredno vezani i uključeni u revirni sustav. Istraživanje je obuhvatilo suvremene teorijske spoznaje o revirnom gospodarenju i ispitivanje mišljenja i stavova zaposlenika HŠ. Za ispitivanje stajališta o revirnom ustroju hrvatskoga šumarstva primijenjena je metoda anketiranja, dok je za ispitivanje glavnih prednosti i nedostataka revirnoga sustava korištena SWOT analiza.

Metoda je anketiranja poznati postupak kojim se na temelju anketnoga upitnika istražuju i prikupljaju podaci, informacije, stavovi i mišljenja ispitanika o predmetu istraživanja (Čekić 1999). Uzorkovanje ispitanika u provedenom istraživanju temeljeno je na posjedovanju stručnih kompetencija ispitanika unutar ukupne populacije zaposlenika HŠ ( $N = 1168$ ). U istraživanju je »stručnost« ispitanika definirana radnim mjestom, odnosno obnašanjem funkcije revirnika ili upravitelja šumarije te odabranim položajima u UŠP i Direkciji. Tako su ispitivanjima obuhvaćeni svi zaposlenici na radnom mjestu revirnika (poslano 550 upitnika) i svi upravitelji šumarija (poslan 171 upitnik). Zasebni ciljani uzorak ( $N = 176$ ) obuhvatio je odabrane stručnjake na položaju voditelja ili zamjenika voditelja UŠP te voditelja stručnih službi u UŠP-a ili Direkciji HŠ.

SWOT analiza je česta i vrlo popularna metoda za analiziranje okruženja i strategije bilo koje organizacije. To je kvalitativna analitička metoda koja četirima čimbenicima nastoji prikazati snage, slabosti, prilike i prijetnje određene pojave ili situacije. Bitno je istaknuti da se radi o subjektivnoj metodi kod koje je za odabir najbolje strategije potrebno sagledati vanjske i unutarnje čimbenike organizacije. Jednostavna izrada koja uključuje tablicu u koju se smještaju snage, slabosti, prilike i prijetnje velika je prednost ove metode.

#### 4. Rezultati i nalazi istraživanja – Results and findings of research

U prvom dijelu rezultata prikazuju se profil ispitanika te stavovi i mišljenja upravitelja šumarija i revirnika o osnovnim obilježjima i načinima revirnoga gospodarenja državnim šumama. U nastavku se prikazuju ocjene stručnjaka UŠP i Direkcije HŠ dosadašnjega postojanja revirnoga sustava. U zadnjem se dijelu prikazuje SWOT matrica glavnih prednosti i nedostataka revirnoga sustava u hrvatskom šumarstvu.

##### 4.1 Profil ispitanika – Profile of interviewees

Kao ispitanici u istraživanju i ocjeni revirnoga gospodarenja šumama odabrani su zaposlenici HŠ čije su svakodnevne aktivnosti posredno ili neposredno vezane uz funkcioniranje revira i čije je mišljenje od velike važnosti za sagledavanje cjelokupne problematike revirnoga ustroja šumarstva – revirnici ( $N = 550$ ), upravitelji šumarija ( $N = 171$ ), voditelji UŠP i njihovi zamjenici,

**Tablica 1.** Opći podaci o istraživanju revirnoga ustroja u Hrvatskim šumama d.o.o.

**Table 1** General information on research of forest district organization of the company Croatian Forests Ltd.

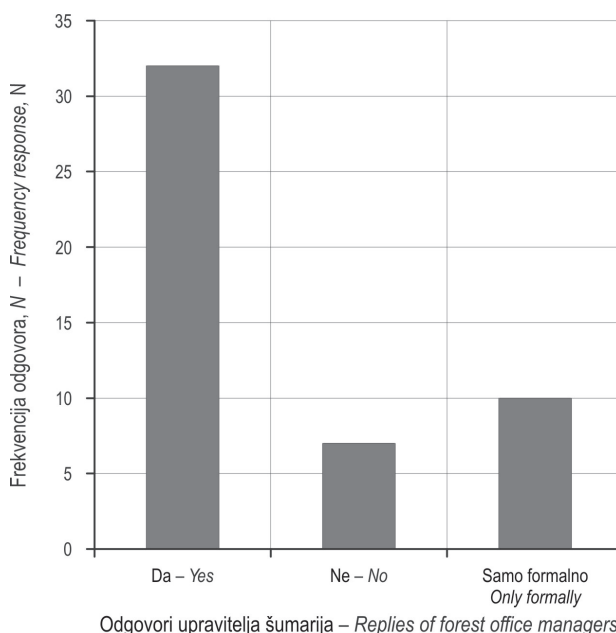
| Vrsta ispitanika<br>Type of interviewees                 | Upravitelji šumarija i revirnici ( $N = 721$ )<br>Forest office managers and district forestry officers ( $N = 721$ ) |    |       |
|--|---|----|-------|
| Broj odgovora<br>Number of respondents                   | 98 (13,60 %)  |    |       |
| Profil anketiranih zaposlenika – Profile of interviewees |   | N  | %     |
| Spol – Gender  | Muški – Male  | 85 | 86,80 |
|  | Ženski – Female   | 7  | 7,10  |
|  | Bez podataka – No data  | 6  | 6,10  |
| Dobna skupina<br>Age group                               | < 30  | 7  | 7,10  |
|  | 31 – 40   | 36 | 36,70 |
|  | 41 – 50   | 34 | 34,70 |
|  | 51 – 60   | 9  | 9,20  |
|  | > 61  | 4  | 2,10  |
|  | Bez podataka – No data  | 8  | 8,20  |
| Stručna sprema<br>Level of education                     | Srednja stručna sprema<br>High school degree  | 10 | 10,20 |
|  | Visoka stručna sprema<br>University degree  | 81 | 80,70 |
|  | Poslijediplomski studij<br>Postgraduate degree  | 2  | 2,00  |
|  | Bez podataka – No data  | 5  | 5,10  |

ci, te voditelji stručnih službi i odjela u UŠP i Direkciji poduzeća ( $N = 176$ ). Od ukupno upućenih upitnika odgovori su dobiveni od 49 revirnika (9 %), 49 upravitelja šumarija (29 %) te 43 voditelja viših razina (24 %). U tablici 1 prikazani su opći podaci i profil prve grupe ispitanika (revirnici, upravitelji šumarija), dok tablica 2 prikazuje raspodjelu druge grupe ispitanika (UŠP, Direkcija) prema radnim, tj. funkcionalnim cjelinama HŠ.

Analizirani uzorak, tj. profil ispitanih revirnika i upravitelja šumarija i uz relativno mali broj odgovora dobro opisuje grupu zaposlenika kojima je namijenjen (tablica 2). Međutim, posebno se značajnim smatra relativno visok udio neodgovorenih upitnika (86,4 %). Isto vrijedi i za razinu UŠP i Direkcije (76 %).

##### 4.2 Rezultati ispitivanja upravitelja šumarija Results of examination of forest office managers

Stajališta upravitelja šumarija o revirnom sustavu prikazana su na osnovi odgovorenih izdvojenih pitanja iz upitnika. S obzirom na primjenu revirnoga sustava nalazi pokazuju da su u 65 % šumarija reviri ustrojeni i funkcioniraju kao organizacijske i proizvodne cjeline, u 14 % šumarija oni to nisu, dok su prema mišljenju upravitelja šumarija u preostalih 21 % šumarija reviri samo formalno ustrojeni (slika 1). Oko 17 % ispitanih upravitelja tvrdi da su uvođenju revirne



**Slika 1.** Reviri na šumariji ustrojeni su i funkcioniraju kao organizacijske i proizvodne cjeline

**Fig. 1** Forest district offices are organized and function as organizational and production units

**Tablica 2.** Struktura uzorka ispitanika na razini uprava šuma podružnica i Direkcije**Table 2** The structure of the sample in forest administrations and the headquarters

| »Radne« funkcionalne (organizacijske) cjeline<br>»Working« functional (organizational) units | Raspored broja ispitanika<br>Distribution of interviewees |  |
|--|---|--|
|  | Ukupan broj<br>Total number                               | Vraćeni odgovori<br>Returned responses |
| Uprava – Headquarters  | 28  | 2                                      |
| Proizvodnja – Production   | 20  | 5                                      |
| Komercijala – Commercial   | 17  | 5                                      |
| Plan i analiza<br>Plan and analysis  | 17  | 8                                      |
| Uređivanje – Management  | 17  | 4                                      |
| Ekologija – Ecology  | 14  | 4                                      |
| Lovstvo – Hunting  | 10  | 1                                      |
| Pravo i kadrovi<br>Law and resources   | 18  | 2                                      |
| Financije i računovodstvo<br>Finances and accounting   | 18  | 4                                      |
| Informatika – Informatics  | 17  | 8                                      |
| Ukupno – Total   | 176<br>(100 %)  | 43<br>(24 %)                           |

organizacije prethodile temeljite upute i razrade na svim razinama, 41 % ispitanika tvrdi da su upute bile na razini UŠP i šumarije, a 25 % da su temeljite upute

bile prisutne samo na razini šumarije. Oko 17 % ispitanih tvrdi da prije uvođenja revirne organizacije i revirnoga načina rada u poduzeću nije bilo potrebnih uputa i razrada. Većina upravitelja (65 %) drži da su osmišljavanje, organizacija i razvitak revirnoga načina rada pretežito ovisili i ovise o šumariji.

U tablici 3 prikazane su frekvencije odgovora na pitanje tko bi, s obzirom na razinu stručne spreme, trebao obnašati poslove revirnika. Rezultati pokazuju da većina upravitelja (90 %) smatra kako bi revirničke poslove trebali obavljati diplomirani inženjeri šumarstva s određenim brojem godina prakse u šumarstvu. Stavovi o tome da uvjet za obavljanje poslova revirnika ne treba formalizirati, već da bi zapošljavanju trebala prethoditi stroga provjera osposobljenosti i kompetencija podijeljeni su (24 % potvrdnih i 31% negativnih odgovora).

Glavnina anketiranih upravitelja šumarija (88 %) navodi da veličina revira treba ovisiti o obujmu sječivoga etata i obujmu uzgojnih radova. Naglašeno značajnim za veličinu revira još se smatraju ukupna površina šuma i šumskoga zemljišta te obujam aktivnosti zaštite šuma i šumskih zemljišta – 78 % (tablica 4).

Ispitivanjem upravitelja šumarija o odgovornosti revirnika (tablica 5) utvrđeno je kako oni smatraju da revirnik treba biti u potpunosti odgovoran za povjerena sredstva (100 %) i radnike kojima rukovodi (94 %). Visoka odgovornost revirnika također je naznačena unutar segmenta provođenja mjera zaštite na radu (94%) te uspješnoga i pravodobnoga obavljanje radova (98 %).

**Tablica 3.** Stavovi upravitelja šumarija o tome tko bi trebao obnašati poslove revirnika**Table 3** Attitudes of forest office managers as to who is qualified for the job of district forestry officer

| Ponudene tvrdnje – Offered statements   | Da – Yes |    | Ne – No |    | Bez odgovora<br>No answer |    |
|---|----------|----|---------|----|---------------------------|----|
|   | N        | %  | N       | %  | N                         | %  |
| Diplomirani inženjeri šumarstva s određenim brojem godina prakse u šumarstvu<br>Graduated forestry engineers with several years of experience in forestry practice  | 44       | 90 | 0       | 0  | 5                         | 10 |
| Inženjeri šumarstva s dvije godine studija šumarstva, uz pretpostavku takva studijskoga programa<br>Forestry engineers – two years of forestry study with an adequate study program   | 5        | 10 | 19      | 39 | 25                        | 51 |
| Šumarski tehničari s određenim brojem godina šumarske prakse<br>Forestry technicians with several years of experience in forestry practice  | 7        | 14 | 19      | 39 | 23                        | 47 |
| Diplomirani inženjeri šumarstva sa specijalizacijom iz određenoga područja<br>Graduate forestry engineers with postgraduate study in specific field of forestry   | 2        | 4  | 20      | 41 | 27                        | 55 |
| Mišljenje da bi pri zapošljavanju revirnika trebala prethoditi provjera osposobljenosti i sposobnosti izvršitelja<br>Opinion that district forestry officers should undergo a rigorous verification of skills and competences | 12       | 24 | 15      | 31 | 22                        | 45 |

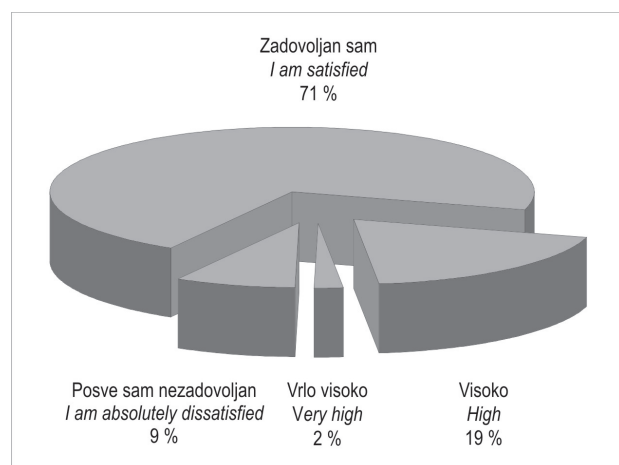


**Tablica 4.** Stavovi upravitelja šumarija o veličini revira**Table 4** Attitudes of forest office managers about forestry district size

| Ponudene tvrdnje – Offered statements  | Da – Yes |    | Ne – No |    | Bez odgovora<br>No answer |    |
|--|----------|----|---------|----|---------------------------|----|
|  | N        | %  | N       | %  | N                         | %  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o ukupnoj površini šuma i šumskih zemljišta<br><i>Forestry district size should depend on total area of forests and forest lands</i>  | 38       | 78 | 8       | 16 | 3                         | 6  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o drvenoj zalihi<br><i>Forestry district size should depend on wood stock</i>   | 28       | 57 | 17      | 35 | 4                         | 8  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o obujmu sječivoga etata<br><i>Forestry district size should depend on felling volume</i>   | 43       | 88 | 4       | 8  | 2                         | 4  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o obujmu uzgojnih radova jednostavne biološke reprodukcije<br><i>Forestry district size should depend on silvicultural works of simple biological reproduction</i>              | 43       | 88 | 3       | 6  | 3                         | 6  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o obujmu uzgojnih radova proširene biološke reprodukcije<br><i>Forestry district size should depend on silvicultural works of extended biological reproduction</i>              | 43       | 88 | 3       | 6  | 3                         | 6  |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o obujmu aktivnosti zaštite šuma i šumskih staništa<br><i>Forestry district size should depend on volume of protection activities of forests and forest habitats</i>            | 38       | 78 | 5       | 10 | 6                         | 12 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o razini i vrijednosti nedrvenih proizvodnih funkcija šuma<br><i>Forestry district size should depend on the level and value of non-timber forest functions</i>                 | 29       | 59 | 13      | 27 | 7                         | 14 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o obujmu novčanoga prihoda<br><i>Forestry district size should depend on the amount of cash income</i>  | 10       | 20 | 33      | 68 | 6                         | 12 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o nacionalnoj šumarskoj politici<br><i>Forestry district size should depend on the national forest policy</i>   | 11       | 22 | 31      | 64 | 7                         | 14 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o nadležnim resornim zakonima<br><i>Forestry district size should depend on applicable forest laws</i>  | 11       | 22 | 31      | 64 | 7                         | 14 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o poslovnoj politici top-menadžmenta u Društvu<br><i>Forestry district size should depend on business policy of the company top management</i>                                  | 9        | 18 | 33      | 68 | 7                         | 14 |
| Veličina bi revira trebala ovisiti o poslovnoj politici i menadžmentu odgovornom za razinu šumarije<br><i>Forestry district size should depend on business policy and management at the level of forest office</i> | 21       | 43 | 25      | 51 | 3                         | 6  |

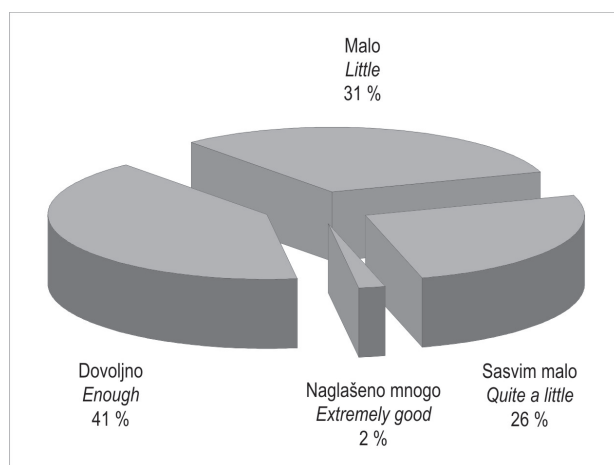
**Tablica 5.** Stavovi upravitelja šumarija o odgovornostima revirnika**Table 5** Attitudes of the forest office managers about the responsibilities of district forestry officers

| Pitanje – Question   | Da – Yes |     | Ne – No |    | Bez odgovora<br>No answer |   |
|--|----------|-----|---------|----|---------------------------|---|
|  | N        | %   | N       | %  | N                         | % |
| Treba li revirnik biti odgovoran za radnike kojima rukovodi pri radu na reviru<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the workers employed in the forest district</i>                       | 46       | 94  | 3       | 6  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za povjerena sredstva<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the entrusted resources</i>   | 49       | 100 | 0       | 0  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za kakvoću i pravodobno obavljanje radova<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the work quality and timely work performance</i>                          | 48       | 98  | 0       | 0  | 1                         | 2 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za provođenje mjera zaštite na radu<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the implementation of safety measures at work</i>                               | 46       | 94  | 3       | 6  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za upotrebu i pravilnu primjenu zaštitnih sredstava –<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the use and proper implementation of protective equipment</i> | 42       | 86  | 5       | 10 | 2                         | 4 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za osiguranje zaštitnih sredstava<br><i>Should the district forestry officer be responsible for providing protective equipment</i>  | 29       | 59  | 19      | 39 | 1                         | 2 |

**Slika 2.** Zadovoljstvo poslom revirnika**Fig. 2** Satisfaction with the work of district forestry officers

#### 4.3 Rezultati ispitivanja revirnika – Results of examination of district forestry officers

Revirnik je inženjer operativac (menadžer) koji čini važnu sastavnicu ukupnoga upravljačkoga lanca i svojim svakodnevnim aktivnostima pridonosi ostvarivanju planiranih ciljeva gospodarenja šumama (Bartolčić 2012). Zadovoljstvo poslom revirnika iskazuje 71 % ispitanika, a petina njih iskazuje vrlo visoko ili visoko zadovoljstvo svojim poslom (slika 2). Značajan broj ispitanika (41 %) navodi da ih poslovi revirnika potiču na motivirani rad, stalno dodatno osposobljavanje i učenje, dok u isto vrijeme 31 % ispitanika navodi da u

**Slika 3.** Motivacija za rad, stalno dodatno osposobljavanje i učenje revirnika**Fig. 3.** Motivation for work, constantly further training and learning of the district forestry office

svojem poslu nalazi malo, a 26 % sasvim malo motivacije za rad i dodatno osposobljavanje (slika 3).

Mišljenja revirnika o području vlastite odgovornosti prikazana su u tablici 6. Kod većine postavljenih tvrdnji/odgovornosti iskazana je vrlo visoka razina slaganja (92 – 100 %). Izuzetak, s nešto manjim udjelom potvrdnih odgovora (76 %), čini osiguranje osobnih zaštitnih sredstava. Za detaljan pregled strukture godišnjih, tromjesečnih, tjednih i dnevnih poslova revirnika te stručnih podloga za njihov rad, utvrđen prema odgovorima revirnika, upućujemo na Bartolčića (2012).

**Tablica 6.** Stavovi revirnika o području vlastite odgovornosti**Table 6** Attitudes of district forestry officers about their own area of responsibility

| Pitanje – Question   | Da – Yes |     | Ne – No |    | Bez odgovora<br>No answer |   |
|--|----------|-----|---------|----|---------------------------|---|
|  | N        | %   | N       | %  | N                         | % |
| Treba li revirnik biti odgovoran za radnike kojima rukovodi pri radu na reviru<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the workers employed in the forest district</i>                     | 46       | 94  | 3       | 6  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za povjerena sredstva<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the entrusted resources</i>   | 49       | 100 | 0       | 0  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za kakvoću i pravodobno obavljanje radova<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the work quality and timely work performance</i>                        | 49       | 100 | 0       | 0  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za provođenje mjera zaštite na radu<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the implementation of safety measures at work</i>                             | 46       | 94  | 3       | 6  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za upotrebu i pravilnu primjenu zaštitnih sredstava<br><i>Should the district forestry officer be responsible for the use and proper implementation of protective equipment</i> | 45       | 92  | 4       | 8  | 0                         | 0 |
| Treba li revirnik biti odgovoran za osiguranje zaštitnih sredstava<br><i>Should the district forestry officer be responsible for providing protective equipment</i>  | 37       | 76  | 12      | 24 | 0                         | 0 |

**Tablica 7.** Stavovi rukovodećih zaposlenika Direkcije i Uprava šuma podružnica o revirnom ustroju**Table 7** Attitudes of forest administrations and headquarters managers about forest district organization

|  | Odjel / služba unutar uprave šuma podružnice i Direkcije – <i>Departments / services in the forest administrations and the headquarters</i>   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
|  | Proizvodni (5/20)*<br><i>Production (5/20)*</i>   | Komercijalni (5/17)*<br><i>Commercial (5/17)*</i>   | Planski i analitički (8/17)*<br><i>Plan and analysis (8/17)*</i>   | Informatički (8/17)*<br><i>Informatics (8/17)*</i>  |
| Ocjene revirnoga sustava – <i>Evaluation of forest district system</i> | Šumarskomu stručnjaku povjereno samostalno gospodarenje revirom te snošenje odgovornosti za njega<br><i>Forestry expert is entrusted with independent management of and responsibility for the forest district</i><br>Mogućnost zapošljavanja mladih inženjera šumarstva – <i>Employment opportunities for young forestry engineers</i><br>Nezadovoljstvo stanjem provedbe revirnoga sustava – <i>Dissatisfaction with implementation of forest district system</i><br>Nedovoljna edukacija šumarskih inženjera – <i>Insufficient education of forestry engineers</i> | Uspostavljanje radi kvalitetnijega načina gospodarenja – <i>Establishing in order to achieve better management</i><br>Veća prisutnost stručnjaka na terenu – <i>Increased presence of experts in the forest</i><br>Negativno ocijenjena implementacija postojećega revirnoga sustava – <i>Negatively rated implementation of the existing forest district system</i><br>Poboljšanja uz veća prava revirnika, veću samostalnost kod odlučivanja, te nagrađivanje prema rezultatima rada – <i>Improvements through: higher rights of district forestry officers, greater autonomy in decision-making, and rewarding based on work results</i> | Povratak šumarskih stručnjaka na teren rezultira jačanjem struke u svakodnevnim poslovima<br><i>Return of forestry experts in forests results in better professional performance in daily operations</i><br>Revirni sustav bolje funkcionira u području prebornoga gospodarenja spram regularnoga – <i>Forest district system has better results in selection management system than in regular management system</i><br>Temelj za uvođenje novih metoda rada, tehnologija i sl. – <i>The basis for introducing new work methods, technologies, etc.</i> | Bolja organizacija rada u kojoj revirnik gospodari racionalnije i kvalitetnije<br><i>Better work organization enabling better and more effective management</i><br>Nemotiviranost revirnika i nesamostalnost u radu – <i>Low motivation and insufficient independence of district forestry officers</i><br>Ističe se nedostatak adekvatnih sredstava za rad – <i>Emphasis is on great lack of adequate work equipment</i><br>Naglašava se potreba za značajnijom ulogom revirnika u šumariji te sudjelovanje u odlučivanju<br><i>Emphasis is on the need to give more importance to district forestry officers in forest offices and to include them in decision-making</i> |

\*Broj vraćenih anketnih upitnika – *The number of returned questionnaires*

#### 4.4 Rezultati ispitivanja zaposlenika Direkcije i uprava šuma podružnica

##### *Results of examination of forest administrations and the headquarters employees*

Anketiranje na razini UŠP i Direkcije poduzeća provedeno je radi dobivanja dodatnih podloga za stvaranje cjelovitih stajališta o primjeni i stanju revirnoga sustava u hrvatskom šumarstvu. U četiri pitanja otvorenoga tipa odabrani su stručnjaci mogli slobodno iskazati svoja mišljenja o viziji i misiji uspostave revirnoga sustava, obilježjima oživotvorenja, glavnim postignućima i sugestijama za promjenu, tj. unapređenje. Dio najznačajnijih odgovora ovdje je deskriptivno prikazan i interpretiran po odabranim strukturnim organizacijskim cjelinama Društva (tablica 7). Pozitivne ocjene o uvednim revirnim sustavima uglavnom se očituju u mogućnosti kvalitetnijega načina gospodarenja od stručno osposobljenih kadrova (dipl. inž. šumarstva) koji aktivno obnašaju svoja radna zaduženja na terenu i u uredu. Kao nedostatke ispitanici ističu nedovoljno dobru primjenu osmišljenoga revirnoga modela u praksi, nemotiviranost revirnika za rad, te ograničenu mogućnost samostalnoga donošenja odluka za šumsko područje koje im je povjereno na upravljanje (Bartolčić 2012).

#### 4.5 Rezultati SWOT analize – *Results of SWOT analyze*

Provedena analiza i izrada SWOT matrice imala je za cilj, prepoznavanjem najvažnijih čimbenika unutarnjega (snage i slabosti) i vanjskoga okruženja (prilike i prijetnje), omogućiti veći izbor strateških smjernica budućih organizacijskih zahvata u poduzeću. Najvažniji naglasci pritom odnose se na procjenu uspješnosti revirnoga sustava gospodarenja kao sastavnoga dijela ukupne organiziranosti hrvatskoga šumarstva. U tablici 8 prikazane su snage, slabosti, prilike i prijetnje gospodarenja šumama u Hrvatskoj revirnim ustrojem.

#### 5. Rasprava i zaključci – *Discussion and conclusions*

Organizacija poduzeća koje gospodari državnim šumama u povijesti je bila određena zahtjevima vremena i očekivanjima vlasnika (Biškupić i dr. 2000). Današnji organizacijski oblik gospodarenja šumama preko revirnoga ustroja predmet je mnogih stručnih i znanstvenih rasprava u šumarskim krugovima. Prove-

**Tablica 8.** Rezultat SWOT matrice (Bartolčić 2012)**Table 8** The result of SWOT matrix (Bartolčić 2012)

| SNAGE – STRENGTHS  | SLABOSTI – WEAKNESSES  |
|--|--|
| Tradicija i uspješnost u gospodarenju šumama – <i>Tradition and efficiency in forest management</i><br>Tradicija stručne naobrazbe – <i>Tradition of professional education</i><br>Veličina poduzeća – <i>Size of state forest enterprise</i><br>Broj zaposlenih i radno iskustvo – <i>Number of employees and their work experience</i><br>Rad sa znanstveno-obrazovnim institucijama – <i>Activities with scientific and educational institutions</i><br>Metode i tehnologije rada – <i>Methods and technologies of forest work</i><br>Želja za promjenama – <i>Desire for change</i><br>Financijska stabilnost – <i>Financial stability</i> | Vlasnička struktura – <i>Ownership structure</i><br>Postojeća trostupanjska upravljačka struktura – <i>The existing three-layer management structure</i><br>Upravljanje ljudskim resursima – <i>Human resources management</i><br>Normiranost – <i>Standardization</i><br>Sustav kontrole – <i>Control system</i><br>Otežana komunikacija – <i>Communication difficulties</i><br>Sustav nagrađivanja – <i>Award system</i><br>Organizacijska kultura – <i>Organizational culture</i>                                     |
| PRILIKE – OPPORTUNITIES  | PRIJETNJE – THREATS  |
| Certifikacija šuma – <i>Forest certification</i><br>Sustav obrazovanja – <i>Education system</i><br>Privatni šumoposjednici – <i>Private forestry owners</i><br>Licenciranje – <i>Licensing</i><br>Tržište radne snage – <i>Labor market</i><br>Nove metode i tehnologije – <i>New methods and technologies for work in forestry</i><br>Inovacije u proizvodnji i poslovanju – <i>Innovations in production and business</i><br>Detoksikacija minama zagađenih površina – <i>Detoxification of mine-contaminated areas</i>   | Utjecaj vlasnika i međunarodne zajednice – <i>The impact of owner and international community</i><br>Zaštita prirode – <i>Nature protection</i><br>Financijska nestabilnost – <i>Financial instability</i><br>Povrat šuma i šumskih zemljišta – <i>Recovery of forests and forest lands</i><br>Šume šumoposjednika – <i>Forests of private owners</i><br>Tržište proizvoda od drva – <i>Market of wood products</i><br>Strategija razvoja poduzeća – <i>Strategy for company development</i><br>Politika – <i>Policy</i> |

deno istraživanje daje informativnu sliku o implementaciji i stanju revirnoga ustroja u hrvatskom šumarstvu, a rezultati su ispitivanja podloga za objektivnu ocjenu postojećega revirnoga sustava. Mišljenja i stajališta šumarskih stručnjaka pritom pružaju smjernice za određivanje načina i intenziteta budućih promjena kojima bi se trebalo pridonijeti unaprijeđenju revirnoga načina rada i upravljačke prakse u hrvatskom šumarstvu.

Između dobivenih rezultata izdvajaju se sljedeći nalazi istraživanja. Reviri su ustrojeni i funkcioniraju kao organizacijske i proizvodne cjeline u 65 % šumarija. U ostalim šumarijama reviri su samo formalno ustrojeni i revirni ustroj funkcionira na različite načine. Uvođenju revirne organizacije (podjele) i revirnoga načina rada prethodile su temeljite upute i razrada u 41 % uprava šuma podružnica i šumarija. Osmišljavanje, organizacija, uspostava i razvitak revirnoga načina rada pretežito su ovisili i ovise o šumariji, koja je glavna pokretačka snaga u uvođenju i primjeni revirnoga ustroja. Promišljanja revirnika i upravitelja šumarija pokazuju da bi veličina revira trebala uglavnom ovisiti o ukupnoj površini šuma i šumskih zemljišta, obujmu sječivoga etata, obujmu uzgojnih radova i obujmu aktivnosti zaštite šuma i šumskih staništa. Područje odgovornosti revirnika treba obuhvaćati: radnike kojima rukovodi, povjerena sredstva, kakvoću i pravodobno obavljanje radova, provođenje mjera zaštite

na radu te upotrebu i pravilnu primjenu zaštitnih sredstava. Nepodijeljeno je mišljenje da revirničke poslove trebaju obavljati diplomirani inženjeri šumarstva s određenim radnim iskustvom i praksom u šumarstvu.

Rukovoditelji više razine (UŠP, Direkcija) glavne prednosti postignuća revirnoga načina rada vide u mogućnosti integralnoga i stručnoga gospodarenja na određenom dijelu šumske površine, bržem i učinkovitijem provođenju zadataka, većoj kakvoći izvođenja radova, mogućnosti zapošljavanja i napredovanja šumarskih stručnjaka (dipl. inženjera) te stabilnosti gospodarenja šumama. Nedostaci i ograničenja revirnoga ustroja nastaju zbog unutrašnjih slabosti u organizaciji šumskoga poduzeća, kao što su visoki stupanj centralizacije u odlučivanju, česte promjene radnoga mjesta, izostanak kreativnosti i inovativnosti, nedostatak stimulativnoga nagrađivanja i nedostatna sredstva za rad revirnika. Neke od utvrđenih mogućnosti poboljšanja revirnoga ustroja su: postavljanje jasnih kriterija za određivanje veličine revira i zapošljavanje revirnika, definiranje radova, poslova i odgovornosti revirnika, decentralizacija sustava odlučivanja, postavljanje mjerila uspješnosti te određivanje jasnih kriterija nagrađivanja prema rezultatima rada.

Izrađena SWOT analiza gospodarenja šumama u Hrvatskoj revirnim ustrojem kao najveće snage ističe



tradiciju gospodarenja i stručnu naobrazbu te veličinu poduzeća i ljudske resurse. Kao slabosti se ističu postojeća trostupanjska organizacija tvrtke, upravljanje ljudskim resursima, normiranost i sustav kontrole te otežana komunikacija. Unutar prilika naznačeni su certificiranje šuma, privatni šumoposjednici, licenciranje, tržište radne snage, nove metode i tehnologije, inovacije i dr. Kao prijetnje prepoznati su utjecaj vlasnika i međunarodne zajednice, zahtjevi zaštite prirode, stanje šuma šumoposjednika, povrat šuma i šumskih zemljišta, financijska nestabilnost i sl.

Nalazima istraživanja utvrđena je potreba zadržavanja revirnoga načina gospodarenja te nužnost unaprjeđenja njegova stanja. Važan naglasak pritom se stavlja na upravljanje ljudskim potencijalima na svim razinama kao najvažnijem čimbeniku uspješnoga razvoja. Stimulativne mjere i participacija zaposlenika u donošenju odluka ističu se kao glavni način u ostvarenju optimalnoga korištenja raspoloživih prirodnih i ljudskih resursa radi učinkovitijega gospodarenja i poslovanja.

Poslovanje šumskoga poduzeća u uvjetima brojnih izazova, promjena i prilagodbi zahtjeva aktiviranje svih kapaciteta i potencijala. Provođenjem poslovne politike na novim osnovama, revirni bi ustroj trebao omogućiti vraćanje značajnije uloge šumarije kao osnovne organizacijske i gospodarske jedinice hrvatskoga šumarstva. Postavljanje jasnih kriterija za određivanje veličine revira i za zapošljavanje revirnika, definiranje radova, poslova i odgovornosti revirnika, trajna edukacija, decentralizacija sustava odlučivanja i smanjenje normiranosti, promjena sustava kontrole i postavljanje jasnih mjerila uspješnosti ključ su za unaprjeđenje postojećega revirnoga sustava rada. Visoko stručno obrazovani, motivirani i stimulirani šumarski stručnjaci (revirnici i dr.) svojim svakodnevnim aktivnostima pritom trebaju osigurati sinergijsko djelovanje povijesnoga nasljeđa gospodarenja šumama, primjene novih metoda i tehnologija te zahtjeva tržišta sa sve većim očekivanjima društvene zajednice.

## 6. Literatura – References

- Antonić, D., 2010: Poticanje inovativnosti u državnim trgovačkim društvima na primjeru šumarstva. Specijalistički rad, Ekonomski fakultet, Zagreb, str. 1–166.
- Bartolčić, J., 2012: Ocjena revirnog ustrojstva šumarija u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb, Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Bišкуп, J., V. Vondra, M. Zdјelar, 2000: Stavovi i mišljenja za-poslenika »Hrvatskih šuma« p.o. Zagreb o restrukturiranju poduzeća (rezultati socioloških istraživanja – cjelovita verzija). Hrvatske šume p.o. Zagreb, str. 1–51+2 priloga, Zagreb.
- Čekić, Š., 1999: Osnovi metodologije i tehnologije izrade znanstvenog i stručnog djela. FSK, Sarajevo, str. 73.
- Glavač, M., 1998: Lexicon silvestre: višejezični šumarski rječnik: njemački, engleski. Hrvatske šume p. o., Zagreb.
- Horvat, G., 2007: Unaprjeđenje poslovanja šumarije razvojem osnovnih funkcija upravljanja. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Landekić, M., I. Martinić, M. Bakarić, M. Šporčić, 2013: Work Ability Index of Forestry Machine Operators and some Ergonomic Aspects of their Work. Croatian Journal of Forest Engineering, 34(2): 241–254.
- Marinović, M., 1939: Osnovi nauke o upravi šumama, I knjiga: Organizacija uprave. Beograd.
- Martinić, I., M. Šporčić, V. Vondra, 2006: Inovacijski procesi kao ključ provedbe Hrvatske šumarske politike. Glasnik za šumarske pokuse, posebno izdanje, 5: 703–715.
- Posarić D., 2007: Vodič za revirničke poslove, s primjerima iz spačvanskih šuma. Pauk d.o.o., Zagreb.
- Prpić, B., R. Antoljak, O. Piškorić, 1976: Povijest šumarstva Hrvatske 1846–1976. Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije, Zagreb.
- Šporčić, M., 2007: Ocjena uspješnosti poslovanja organizacijskih cjelina u šumarstvu neparametarskim modelom. Doktorski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Šporčić, M., I. Martinić, M. Landekić, M. Lovrić, 2009: Measuring efficiency of organisational units in Forestry by nonparametric model. Croatian Journal of Forest Engineering, 30(1): 1–13.
- Šporčić, M., M. Landekić, M. Lovrić, I. Martinić, 2011: Modeli planiranja i odlučivanja u šumarstvu. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 443–456.
- Šumskogospodarska osnova područja, za šumskogospodarsko područje Republike Hrvatske, vrijedi od 2006. do 2015. godine, Zagreb, 2006.
- Godišnje poslovno izvješće, 2012, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb <<http://www.hrsume.hr>> (Pristupljeno 8. siječnja 2014.)
- Izjava o ustroju društva Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, 2004, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb <<http://www.hrsume.hr>> (Pristupljeno 8. siječnja 2014.)
- Pravilniko unutarnjoj organizaciji Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, 2004, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb <<http://www.hrsume.hr>> (Pristupljeno 9. siječnja 2014.)
- Ustav Republike Hrvatske (1990) <<http://www.narodne-novine.nn.hr>> (12. siječnja 2014.)
- Zakon o šumama (1990) <<http://www.narodne-novine.nn.hr>> (12. siječnja 2014.)

---

Abstract

---

*Evaluation of Forest District Management System in Croatia Based on Attitudes of Forestry Experts*

Through history, the organizational structure of the company responsible for forest management has experienced many changes. The most commonly applied were simple (functional) and complex (forest district) organizational forest management methods. Since 1991, Croatian forestry has been using the Forest District Management System, a complex method implemented by a single state-owned company Croatian Forests Ltd. Zagreb. Forest district is a predefined forest area on which forestry engineers conduct all planned activities in accordance with forest management plans, taking full responsibility for their achievement. The current state of forest district system in Croatian forestry, with its characteristics and implementation, was rated through the investigation of opinions and viewpoints of: a) district forestry officers and forest office managers and b) higher managers in organizational units of the Croatian Forests, Ltd. Zagreb. SWOT analysis presented the main advantages and disadvantages of the Croatian Forest District Management System. The results emphasize the need to keep the structure of district forest offices as well as the necessity to improve the current system through development of human resources at all levels as the most important factor of the company success. Stimulating measures and employees' involvement are emphasized as the key factors to reach the optimal use of available natural and human resources and achieve higher efficiency of the forestry company.

*Keywords:* Forestry, forest company, organizational structure, forest office, forest district

---

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Izv. prof. dr. sc. Mario Šporčić\*  
e-pošta: sporcic@sumfak.hr  
Matija Bakarić mag. ing. silv.  
e-pošta: mbakaric@sumfak.hr  
Dr. sc. Matija Landekić  
e-pošta: mlandekic@sumfak.hr  
Prof. dr. sc. Ivan Martinić  
e-pošta: imartinic@sumfak.hr  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije  
Svetošimunska 25  
10 000 Zagreb  
HRVATSKA

Mr. sc. Josip Bartolčić, dipl. inž. šum.  
e-pošta: josip.bartolcic@hrsume.hr  
Trg kralja Tomislava 3  
43 213 Ivanska  
HRVATSKA

Dr. sc. Vencel Vondra  
e-pošta: vvondra@inet.hr  
Sveti duh 180  
10 000 Zagreb  
HRVATSKA

\*Glavni autor – Corresponding author

Primljeno (Received): 08. 02. 2013.

Prihvaćeno (Accepted): 05. 07. 2013.

# SADRŽAJ – CONTENTS

---

## Znanstveni radovi – Research articles

- Dinko Vusić, Željko Zečić, Zdravko Pandur, Luka Kasumović, Dalibor Šegota**  
Pridobivanje drva u smrekovoj šumskoj kulturi – Sortimentna ili stablovna metoda?  
*Harvesting in Spruce Forest Plantation – Assortment or Full Tree Method?* 1
- Milorad Danilović, Dušan Stojnić, Vladislav Vasiljević, Dragan Gačić**  
Biomass from Short Rotation Energy Plantations of Black Locust on Tailing Dump  
of »Field B« Open Pit in »Kolubara« Mining Basin  
*Korištenje biomase iz energijskih nasada bagrema* 11
- Zdravko Trajanov, Ljupcho Nestorovski, Pande Trajkov**  
Optimization of Skidding Distances in Mountain Conditions with Different Skidding Devices  
*Optimizacija udaljenosti privlačenja u planinskim uvjetima s različitim sredstvima rada* 21
- Boštjan Hribernik, Igor Potočnik**  
Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study  
*Otvaranje višefunkcionalnih privatnih šuma – studija slučaja* 29
- Dževada Sokolović, Muhamed Bajrić**  
Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine  
*Forest Transportation Infrastructure in the Federation of Bosnia and Herzegovina* 39
- Jusuf Musić, Murčo Obućina, Safet Gurda, Velid Halilović**  
Odnosi šumarstva i drvne industrije u Federaciji BiH  
*Relationship between Forestry and Wood Processing Industry in Federation  
of Bosnia and Herzegovina* 51
- Mario Šporčić, Josip Bartolčić, Vencel Vondra, Matija Bakarić,  
Matija Landekić, Ivan Martinić**  
Ocjena revirnoga sustava gospodarenja šumama u Hrvatskoj  
temeljem stavova šumarskih stručnjaka  
*Evaluation of Forest District Management System in Croatia Based  
on Attitudes of Forestry Experts* 61

ISSN 1845-8815



9 771845 881505