

UDK: 630*3

ISSN 1845-8815

NOVA MEHANIZACIJA ŠUMARSTVA



Nova meh. šumar. • Godište (Volume) 39

2018





Sadržaj – Contents

Izvorni znanstveni radovi – Original scientific papers

- Zdravko Pandur, Andreja Đuka, Marijan Šušnjar, Marin Bačić, Katarina Ostović, Kruno Lepoglavec**
Analiza gaženja tla prilikom strojne sječe, izrade i izvoženja drva u prorednoj sastojini listača
Soil Disturbance during Machine Felling and Forwarding of Thinning Cut in Broadleaved Stand 1

- Matija Landekić, Ivan Martinić, Franjo Galić**
Razvoj sheme programiranoga odmaranja na pješačkoj stazi »Podgarić – Garić-grad« u regionalnom parku Moslavačka gora
Development of a Take a Break Scheme on the Hiking Trail »Podgarić-Garić Town« in Moslavačka Gora Regional Park 13

- Jelena Kranjec Orlović, Lara Milošić, Antonija Kolar, Marko Boljefetić, Marko Vucelja, Danko Diminić**
Uzročnik crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u šumskim kulturama običnoga (*Pinus sylvestris* L.) i crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području šumarija Pazin i Đurđevac
Causative Agent of Red Band Needle Blight (Dothistroma spp.) in Forest Plantations of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and Austrian pine (Pinus nigra J. F. Arnold) in the Area of Forest Offices Pazin and Đurđevac 25

- Maja Morić, Saša Bogdan, Mladen Ivanković**
Kvantitativna genetska diferencijacija populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom nasadu »Jastrebarski lugovi«
Quantitative Genetic Differentiation of Pedunculate Oak (Quercus Robur L.) Populations in Field Trial »Jastrebarski Lugovi« 35

- Sara Jurčević, Ivica Čehulić, Mladen Ivanković, Saša Bogdan**
Utjecaj hormonskih tretmana na zakorjenjivanje odrvenjelih reznica obične jele (*Abies alba* Mill.)
Influence of Hormonal Treatments on Rooting of Silver Fir (Abies alba Mill.) Hardwood Cuttings 47

Pregledni članci – Subject reviews

- Hyein Shin**
An Overview of Forest Management in the Republic of Korea
Pregled gospodarenja šumama u Južnoj Koreji 59

Stručni radovi – Professional Papers

- Mario Šporčić, Matija Bakarić, Ivo Crnić, Matija Landekić**
Pregled dobre prakse u šumarskom poduzetništvu
Overview of Good Practice in Forestry Entrepreneurship 67

- Stjepan Posavec, Martina Ravnjak, Špela Pezdevšek Malovrh**
Poslovno okruženje za razvoj sporednih šumskih proizvoda u Republici Hrvatskoj
Business Environment for development of non wood forest products in the Republic of Croatia 83

Osvrti – Comments

- Kruno Lepoglavec i Matija Landekić**
Djelatnici Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije u posjetu međunarodnom sajmu šumarske mehanizacije i opreme – INTERFORST 2018 91

- David Janež**
Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC Improved Forest Mechanisation: Mobilizing natural resources and preventing wildfires, Madrid, Španjolska, 24–27. rujna 2018. 95

- Matija Bakarić**
Međunarodno znanstveno savjetovanje »Šumsko inženjerstvo jugoistočne Europe – stanje i izazovi«, Bjelašnica – Igman, Bosna i Hercegovina, 13–15. rujna 2018. 101

- Željko Zečić**
Donacija cjepača Laboratoriju za šumsku biomasu Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 105

In Memoriam

- Željko Zečić**
Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan (Knin, 20. 5. 1942. – Zagreb, 9. 2. 2018.) 107

Sponzorski članak – Sponsored article

- Stjepan Hittner**
Tvrtka Hittner – Ivornica traktora, dijelova i poljoprivredne mehanizacije 111

Fotografija na naslovnici (Cover photo)

- Utovar oblovine Palfinger kranom EPSILON M12Z (Snimio: B. Gerstmair)
Loading of round wood with Palfinger crane EPSILON M12Z (Photo: B. Gerstmair)

Uz prvog izdavača izdavanje ovog časopisa sufinanciralo je Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske
Publishing of this journal is co-financed by funds from Croatian Ministry of Science and Education

Časopis za teoriju i praksu šumarskoga inženjerstva | Journal for Theory and Application of Forestry Engineering

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 was 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)

Vladimir Jambrečević, Mario Božić, Mario Šporčić, Krunoslav Jakupčić, Ante Sabljčić (all from Croatia)

Uredničko vijeće (Editorial Board)

Igor Anić, Ivan Balenović, Saša Bogdan, Zdenko Bogović, Jura Cavlović, Damir Drvodelić, Milivoj Franjević, Josip Istvanić, Josip Margaletić, Slavko Matić, Hrvoje Nevečeral, Stjepan Risović, Ante Seletković, Marijan Šušnjar, Željko Tomasić, Mislav Verdiš, Željko Zečić, Marko Zorić (all from Croatia)

Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board)

Raffaele Cavalli (Italy), Woodam Chung (USA), Milorad Danilović (Serbia), Mehmet Eker (Turkey), Jörn Erler (Germany), Stefano Grigolato (Italy), Hans Rudolf Heinemann (Switzerland), Dirk Jaeger (Germany), Janez Krč (Slovenia), Martin Kühmaier (Austria), Tadeusz Moskalik (Poland), Jusu Musić (Bosnia and Herzegovina), Ljupčo Nestorovski (Macedonia), Igor Potočnik (Slovenia), Hideo Sakai (Japan), Dževada Sokolović (Bosnia and Herzegovina), Raffaele Spinelli (Italy), Karl Stampfer (Austria), Jari 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)1 235-24-13
Fax. + 385 (0)1 235-25-17
e-mail: nms@sumfak.hr
Internet: http://www.jnms.eu

Glavni urednik (Editor-in-Chief)

Mario Šporčić

Odgovorni urednik (Editor)

Dinko Vušić

Tehnički urednik (Technical Editor)

Andreja Đuka

Mladi urednik (Junior Editor)

Ivica Papa

Savjetnici uredništva (Editorial Advisors)

Tibor Pentek, Tomislav Pojšinskiy

Tehničko uredništvo (Technical Editorial Board)

Matija Landekić, Kruno Lepoglavec, Zdravko Pandur, Matija Bakarić

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 i tisak (Prepress and Print)

Sveučilišna tiskara d.o.o., Trg Republike Hrvatske 14, Zagreb

Uređenje zaključeno (Preparation ended)

21.12.2018.

Pretplata: 150 kn godišnje (tuzemno plaćanje)
Primateelj: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
p.p. 422, HR-10002 Zagreb
Žiroračun: 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

Analiza gaženja tla prilikom strojne sječe, izrade i izvoženja drva u prorednoj sastojini listača

Zdravko Pandur, Andreja Đuka, Marijan Šušnjar, Marin Bačić, Katarina Ostović, Kruno Lepoglavec

Nacrtak – Abstract

Gaženje tla nastaje kao neizbježna posljedica kretanja strojeva po tlu prilikom čega se zbija tlo, a, ovisno o nosivosti tla, oštećuje se korijenski sustav biljaka. U ovom je radu analizirano gaženje tla nakon obavljene strojne sječe i izrade drva harvesterom te naknadnim izvoženjem drva forvarderom u prorednim sastojinama listača. Prije početka izvođenja radova u istraživanim sastojinama obavljena je doznaka stabala i obilježene su sječne linije za harvester, odnosno izvozni putovi za forvarder. Oba su istraživana stroja bila opremljena sustavom za daljinsko praćenje rada – FMS-om (Fleet Management System) pomoću kojega su dobivene koordinate kretanja strojeva po sastojini. Analizom dobivenih koordinata u programskom paketu ArcGIS 10.1 dobivene su duljine kretanja obaju istraživanih strojeva, posebno po vlakama i sječnim putovima, odnosno po bespuću. Dobiveni rezultati pokazuju da ukupno gaženje tla s oba stroja iznosi 13,19 %, a zbog dobre nosivosti tla te izostanka pojave kolotraga oštećenja na tlu nema. Ovim je istraživanjem potvrđena teza da se dobrim organizacijskim mjerama gaženje tla može svesti na najmanju mjeru.

Ključne riječi: gaženje tla, harvester, forvarder, FMS, GPS

1. Uvod – Introduction

Razvoj tehničke sastavnice hrvatskoga šumarstva, kao i ostalih, započinje prije gotovo dva i pol stoljeća s razvojem šumarstva kao struke, odnosno ustrojem prvih organiziranih oblika šumarske službe na području današnje Hrvatske (Matić 2011).

Poseban pečat tomu razvoju daje uvođenje mehaniziranih sredstava u gospodarenju šumama 50-ih godina prošloga stoljeća kada su u sječi i izradbi korištene prve motorne pile kojima su rukovala dvojica radnika i čija primjena nije zaživjela zbog nepraktičnoga rukovanja njima. Tek desetljeće poslije (1960–1961) nastupio je drugi pokušaj mehaniziranja sječe i izrade motornim pilama (kojima radi jedan radnik), s tim da je ovaj put uspješno proveden te traje sve do današnjih dana, samo se u proizvodnju uvode poboljšane i suvremenije inačice tih strojeva (Tomašić 2012). Značajniji početak transporta drva u Hrvatskoj započinje u spačvanskim šumama u 19. stoljeću, kada se povećava sječa radi proizvodnje hrastovih

dužica za izradu bačava u Francuskoj i Njemačkoj. U ono se vrijeme drvo privlačilo volovskim i konjskim spregama, prevozilo zaprežnim kolima, tzv. parizerima, transportiralo plavljenjem i splavarenjem vodom, korištenjem gravitacije na razne druge načine ili se iznosilo ljudskom snagom. Koncem 19. i početkom 20. stoljeća uvodi se mehanički transport, u kojem glavnu ulogu imaju šumske željeznice (Krpan 1992).

U današnje vrijeme sječa i izrada stabala u hrvatskom šumarstvu još se izvodi ručno-strojnim načinom, tj. motornim pilama, dok se samo jedan mali dio posiječe i izradi strojno, harvesterima. U praksi se često može čuti da je glavni razlog tomu prirodno podrijetlo naših šuma, vrsta drveća i dimenzije stabala, makroreljef i mikroreljef te metode uzgajanja i uređivanja šuma u kojima je učinkovitost rada harvestera mala. Harvesteri su ponajprije predviđeni za uporabu u šumama četinjača (Bojanin i Krpan 1997). Krpan i Poršinsky (2002) navode da se u Hrvatskoj harvester može primjenjivati u proredama, u kultu-

rama četinjača i bjelogoričnih plantaža (meke listače) na blagim nagibima i na tlu s dobrim mehaničkim svojstvima.

Prva primjena harvesteri (probna) u Hrvatskoj zbilja se 2001. godine u sastojini četinjača, a godinu poslije i u prorednoj sastojini listača. Sve do danas primjena je harvesteri u Hrvatskoj sporadična, a posebno u sastojinama listača, iako strojna sječa i izradba drva harvesterom zamjenjuje teški ljudski i za život opasan ručno-strojni rad motornom pilom.

Ciljevi mehaniziranja ove sastavnice pridobivanja drva su: podizanje proizvodnosti, sniženje troškova proizvodnje, ergonomski povoljniji rad te izbjegavanje krize ponude radne snage za rad u poslovima pridobivanja drva (Krpán 2000).

Strojevi koji se primjenjuju za primarni transport drva u hrvatskom šumarstvu su skideri, forvarderi i traktorske ekipaže. Skideri se uglavnom primjenjuju na nagnutim terenima, a forvarderi i traktorske ekipaže u nizinskim i blago brežuljkastim područjima. Prednost primarnoga transporta drva forvarderima i traktorskim ekipažama jest ta da nema vuče drva po tlu, već se drvo izvozi na kotačima. Glavni je nedostatak što takva vozila moraju prići do drvnoga sortimenta u dohvat hidraulične dizalice kako bi se obavio utovar posljedica čega je veće gaženje tla, posebno u slučaju izostanka organizacijskih mjera u vezi s kontroliranim kretanjem strojeva po sastojini po izvoznim putovima. Forvarderi se primjenjuju kao radno sredstvo za izvoženje drvnih sortimenata u oplodnim sječama, ali i u proredama u sastojinama koje su već pri kraju ophodnje, dok se traktorske ekipaže primjenjuju uglavnom u proredama te rijetko i u oplodnim sječama.

Mehanizirani sustav pridobivanja drva, odnosno skupni rad harvesteri i forvardera predstavlja vrhunsku tehnologiju pridobivanja drva određenu sortimentnom metodom izradbe drva, koja obuhvaća zaokruženu cjelinu kojom se obavlja proizvodnja kratke oblovinu od sječe i izradbe do privlačenja, a u određenim slučajevima forvarderom možemo obaviti i daljinski transport drva (Krpán i Poršinsky 2001).

Mehanizacija koja se koristi u postupcima primarnoga transporta drva nije sama sebi svrha, već je njezina uloga, osim zamjene ljudskoga rada strojnim, povećanje mogućnosti da se dosegne optimalno funkcioniranje šume (Horvat 1993). Horvat navodi da primjena mehanizacije ima i negativne posljedice pogotovo ako postoji nesuglasje u biološki zamišljenim radnjama i realnim mogućnostima strojeva. Te se posljedice opažaju kao štete na šumskoj sastojini i

staništu, što povećava osjetljivost šumskoga ekosustava na bolesti, zagađenje okoliša te uvjetuje smanjenje proizvodnosti šume.

Radi što boljšega nadzora rada strojeva u novije se vrijeme takva vozila opremaju sustavom koji omogućava daljinsko praćenje njihova rada – FMS-om (engl. *Fleet Management System*). Prva je primjena FMS-a bila u voznim parkovima kod cestovnih vozila, a poslije se radi brojnih koristi počinje primjenjivati i na vozilima koja se kreću izvan putova (Pandur 2013).

Dobrom organizacijom rada smanjuje se štetan utjecaj kretanoga sustava vozila na tlo ograničavanjem kretanja vozila na unaprijed određene traktorske vlake. Samim time smanjuje se površina izgaženoga tla koja u prvom redu ovisi o primijenjenoj tehnologiji i metodi rada, koja u ovom slučaju uključuje sječu i izradu drvnih sortimenata harvesterom i izvoženje drva forvarderom, te o organizaciji i pripremi rada, što se uglavnom odnosi na usmjereno rušenje stabala (Horvat 1993). Krpán i Poršinsky (2004) citiraju Anderssona (1994), Richardsona i Makkonena (1994) i navode kako se u odnosu na ručno-strojnu sječu i izradbu stabala te privlačenje drva zglobovim traktorima vučom drva po tlu skupni rad harvesterom i forvarderom ubraja u okolišno prihvatljivije tehnologije proizvodnje obloga drva.

2. Problematika istraživanja *Research subject*

Strojevi koji se koriste u procesima pridobivanja drva, posebno oni koji se za obavljanje rada služe tlo kao nosivom podlogom voznoga sustava (kotačnoga ili gusjeničnoga), mogu uzrokovati oštećenja šumskoga tla. Ta se oštećenja najviše odnose na šumsko tlo, što se posljedično odražava i na vegetaciju kojoj je tlo sa svojim svojstvima jedan od preduvjeta za opstanak i razvoj. Izravne su štete na šumskim tlima izazvane zbijanjem čestica tla prolaskom vozila, njegovim premještanjem te prodorima kotača u tlo posebno kod njegove ograničene nosivosti (Pandur 2014). Šumska tla imaju složenu slojevitost strukturu u kojoj se nalaze primjese kao što su korijenje i/ili kamenje i kao takva su uvijek prekrivena organskim materijalom (Robek i Matthies 1996).

Problem zbijanja šumskoga tla povećava se ubrzanom razvojem mehaniziranih sredstava i rasta njihove primjene pri izvođenju šumskih radova. Šumska vozila postaju sve veće mase, a razlozi su u zahtjevima za povećanjem proizvodnosti, primjenjivosti i trajnosti vozila (Rieppo i dr. 2002). Mogućnost

opremanja vozila s više šumarske opreme (dizalica, vitlo ...) te mjera opreza od preopterećenja vozila također djeluju na povećanje mase.

Zbijanje čestica tla uzrokovano je okomitim djelovanjem opterećenoga kotača na tlo te obodnom silom koja se javlja na pogonskom kotaču zbog koje dolazi do pojave klizanja. Zbog opterećenja kotačima nastaje naprezanje u tlu pa se smanjuje poroznost tla, povećava se gustoće tla te smanjuje međugregatni prostor. Zbog svega toga pogoršava se toplotni i zračni režim tla, smanjuje se propusnost tla za vodu te se otežano razvija korijenski sustava stabala. Povećanje gustoće tla utječe na asimilaciju korijenskoga sustava zbog smanjenja pora i udjela vlage u tlu pa hranivo postaje nedostupno, što je glavni uzrok smanjenja rasta biljaka (Quesnel i Curran 2000, Han 2006, Reisinger i dr. 1992, Grigal 2000).

U oštećenja tla koja nastaju prolaskom vozila po šumskom tlu ubraja se i gaženje tla, koje se definira kao dio površine po kojoj se kreću vozila u odnosu na ukupnu površinu sječne jedinice (odjel/odsjek) na kojoj se izvode radovi (Horvat 1993). Površina je gaženja značajan parametar oštećenja šumskoga tla pri izvoženju drva forvarderima (Poršinsky 2005) koji se kreću po čitavoj površini sastojine utovarujući izrađene drvene sortimente.

Kod sortimentne metode pridobivanja drva ili CTL-a (engl. *Cut-to-length*) posljedica je manje oštećivanje tla zbog toga što se primjenom te metode općenito smatra da se drvo izvozi na kotačima (forvarderom), pri čemu se tlo oštećuje samo voznim sustavom, dok u odnosu na privlačenje drva skiderima tlo se oštećuje i voznim sustavom i vučenim drvom (Rummer 2002). Uspoređujući pet različitih sustava pridobivanja drva izrađenoga metodom CTL, Seixas i dr. (1995) zaključuju da je najmanje oštećenje prouzročeno kombinacijom feler-bančer → ručno-strojna izrada (motorna pila) → forvarder, pri čemu je gaženje sastojine svedeno na 26 %. Kod sustava s kombi-

nacijom harvester – forvarder, kod kojega harvester prilazi svakomu stablu (*drive-to-tree system*), gaženje je tla iznosilo 39 %, dok je kod upotrebe konjskih sprega gaženje iznosilo 42 %. Ti su rezultati upitni zato što se prema općeprihvaćenoj organizaciji rada harvester treba kretati (nakon njega i forvarder) po unaprijed definiranim sekundarnim šumskim prometnicama pri čemu se gaženje tla smanjuje na najmanju mjeru.

U gotovo svim navedenim slučajevima osnova za dobivanje podataka o gaženju tla jest analiza u GIS-u koordinata dobivenih pomoću GPS-ova sustava, odnosno GPS-ova prijamnika ugrađena na praćeno vozilo. Pa tako Han i dr. (2009) koriste GPS-ov uređaj za snimanje putanja kretanja skidera i forvardera pri dvama različitim načinima privlačenja drva. Snimanje je koordinata bilo namješteno na svakih 15 m kretanja vozila, a dobiveni su rezultati služili za izračun površine gaženja tla sastojine uz pomoć programskoga paketa ArcGIS 9.1.

Han (2006) navodi da je prikupljanje, odnosno obrada dobivenih podataka u ovisnosti o broju prolaza vozila na takav način teška, ali u konačnici omogućuje jasan vizualan prikaz jako opterećenih područja. Takav način ujedno omogućuje i stvaranje baze podataka kretanja strojeva po sječini (Bettinger i dr. 1994) koja se može koristiti za buduće planiranje izvođenja radova, odnosno biranja najpogodnijega sustava pridobivanja drva s pripadajućom mehanizacijom.

Velik broj istraživanja upućuje na to da se najveći negativan utjecaj na tlo događa upravo nakon prvoga prolaza vozila (Lacey i Ryan 2000, Startsev i McNabb 2000, Nugent i dr. 2003). Ta tvrdnja ide u korist činjenici da se vozilo treba isključivo kretati po unaprijed definiranim sekundarnim šumskim prometnicama. Kako je neoštećeno šumsko tlo osnovni preduvjet za nesmetan razvoj vegetacije i mikroorganizama u tlu, njegovo zbijanje treba spriječiti što je više moguće (Ampoorter i dr. 2009.)

Tablica 1. Model procjene razine oštećenja staništa kod kretanja forvardera pri izvoženju drva

Table 1 Estimation of stand damage during timber forwarding

Dubina kolotraga, cm <i>Rut depth, cm</i>	Izgazena površina, % od površine sječne jedinice – <i>Disturbed area, % of cut-block area</i>			
	< 10 %	10 – 20 %	20 – 30 %	> 30 %
< 5 cm	Nema – <i>No</i>	Nema – <i>No</i>	Malo – <i>Some</i>	Veliko – <i>Great</i>
5 – 9,9 cm	Nema – <i>No</i>	Malo – <i>No</i>	Veliko – <i>Great</i>	Vrlo veliko – <i>Serious</i>
10 – 14,9 cm	Malo – <i>Some</i>	Veliko – <i>Great</i>	Vrlo veliko – <i>Serious</i>	Vrlo veliko – <i>Serious</i>
15 – 19,9 cm	Veliko – <i>Great</i>	Vrlo veliko – <i>Serious</i>	Vrlo veliko – <i>Serious</i>	Neprihvatljivo – <i>Unacceptable</i>
> 20 cm	Neprihvatljivo – <i>Unacceptable</i>			

Gaženje ovisi ponajprije o primijenjenoj tehnologiji i metodi rada, organiziranosti i pripremi rada, upotrijebljenim sredstvima rada i sl., dok zbijanje tla uglavnom ovisi o vozilu, stanju i svojstvima tla te masi tereta koji se privlači (Šušnjar 2005, Šušnjar i dr. 2006).

Skandinavski model za procjenu razine oštećenja staništa kod kretanja forvardera pri izvoženju drva iznosi Wästerlund (2002) (tablica 1). Taj model procjenjuje razinu oštećenja tla na osnovi izgažene površine sječne jedinice i dubine kolotruga.

Pri sječi stabala harvesterom provodi se kontrolirano obaranje stabla, što smanjuje oštećivanje ostalih stabala u sastojini u odnosu na ručno-strojnu sječu i izradu (Poršinsky i dr. 2004). Kod čistih sječa (i dovršnoga sijeka u oplodnim sječama) harvester se kreće slobodno po sječini, dok druge vrste sječa zahtijevaju infrastrukturu. Vlaka širine 3,5 do 4 metra harvester si tijekom rada prosijeca na određenim međusobnim razmacima (Sambo 1999).

Uobičajeni međusobni razmak između vlaka je 20 m, pri kojem harvesteri čiji je dohvat hidraulične ruke 10 m mogu dosegnuti i srušiti sva stabla. Pri takvu načinu rada harvester okresane grane odlaže ispred kotača vozila i tako poboljšava uvjete nosivosti podloge, odnosno smanjuje oštećenje tla na vlakama. Ako je razmak vlaka veći, tada se rad harvestera kombinira s ručno-strojnou sječom ili se pri radu harvester kreće po površini između vlaka (Krgan i Poršinsky 2004).

Cilj je ovoga istraživanja utvrditi gaženje tla pomoću GPS-ova uređaja koji je sastavni dio mobilne jedinice, odnosno FMS-a pri sječi i izradi drvnih sortimenata harvesterom i naknadnoga izvoženja drva forvarderom (trupaca i višemeterskoga ogrjevnoga drva) iz prorednih sastojina običnoga graba i obične bukve po prethodno obilježenim sječnim linijama i izvoznim putovima.

3. Mjesto, objekt i metode istraživanja *Study area and research methods*

Istraživanje primjene sustava harvester – forvarder za prorede listača provedeno je na području UŠP Bjelovar, Šumarije Bjelovar u gospodarskoj jedinici »Bjelovarska Bilogora« u odsjecima 14b i 14c.

Prema podacima gospodarske osnove površina odsjeka 14b iznosi 18,28 ha uređajnoga razreda običnoga graba u dobi od 79 godina. Prema smjesi najzastupljeniji je obični grab s 84 %, zatim slijedi hrast lužnjak 6 %, hrast kitnjak 1 %, obična bukva 6 % i crna joha 3 %. Broj stabala iznosi 784 po hektaru, dok temeljnica iznosi 28,88 m²/ha. Srednje plošno stablo

ima promjer 21,60 cm, dok je godišnji tečajni prirast 7,49 m³/ha, odnosno 137 m³ u odsjeku. Prema propisu osnove gospodarenja za prvo polurazdoblje treba obaviti proredu intenziteta 11,67 %, odnosno 34,03 m³/ha. Propisana je sječa običnoga graba 32 m³/ha i obične bukve 2,02 m³/ha.

Odsjek 14c proteže se na 9,07 ha uređajnoga razreda bukve u dobi 79 godina na I. bonitetu. Prema smjesi najzastupljenija je obična bukva s 50 %, obični grab 44 %, hrast kitnjak 4 % i hrast lužnjak 2 %. Broj stabala je 540 po hektaru, a temeljnica iznosi 30,98 m². Srednje plošno stablo ima promjer 30,98 cm, dok je godišnji tečajni prirast 9,70 m³/ha odnosno 88 m³ u odsjeku.

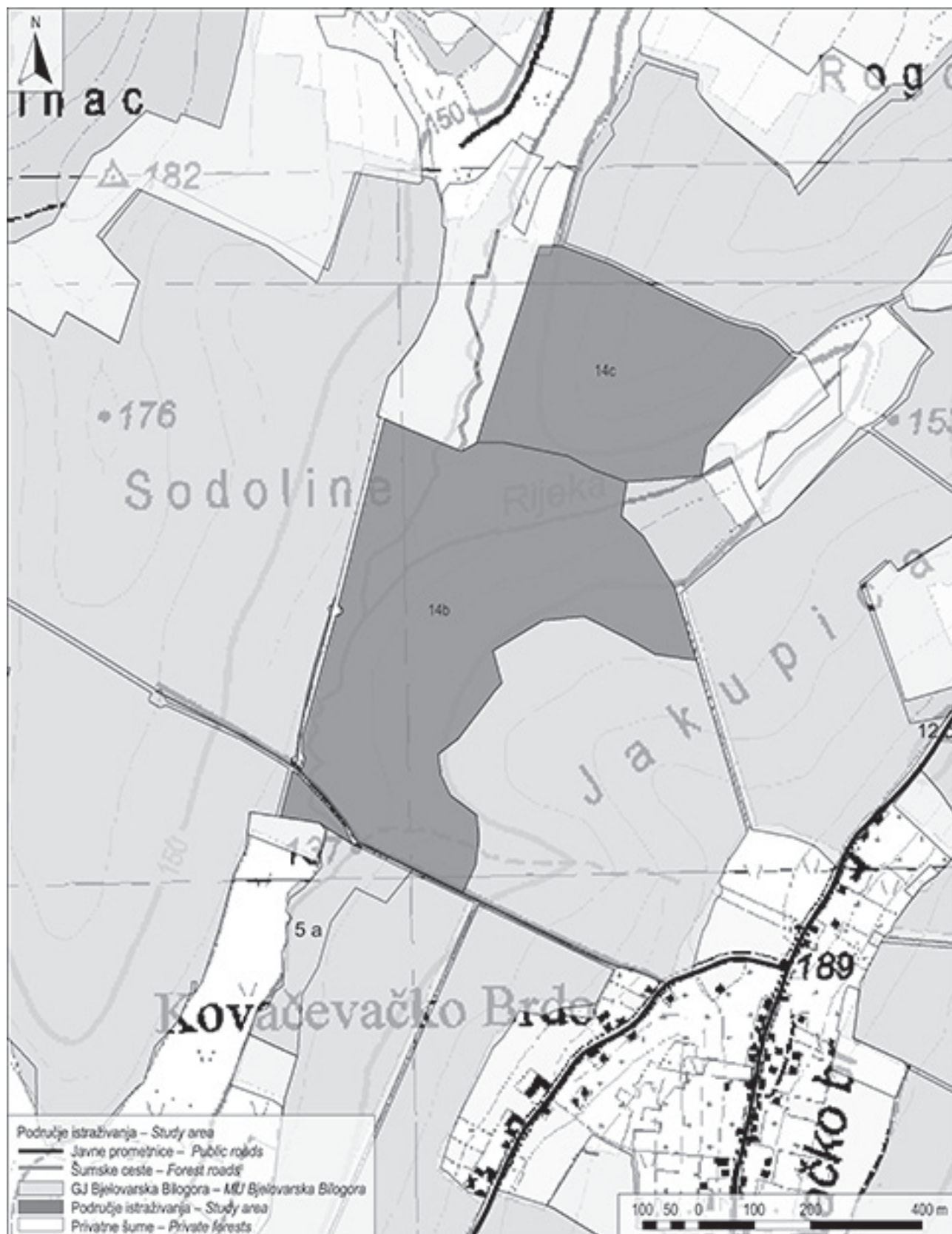
Prema propisu osnove gospodarenja za prvo polurazdoblje treba obaviti proredu intenziteta 11,08 %, odnosno 44,98 m³/ha, od toga obične bukve 19,96 m³/ha i običnoga graba 25,03 m³/ha.

Za snimanje položaja i putanje kretanja te na temelju snimljenih koordinata izračuna duljine puta kretanja harvestera i forvardera, odnosno gaženja, korišten je GPS-ov uređaj ugrađen u mobilnu jedinicu MOBILISIS WiGo, koja je sastavni dio sustava *Fleet Management* (FMS).

Prije početka izvođenja radova sa strojevima djelatnici Šumarije Bjelovar napravili su doznaku stabala te su na stablima obilježili sječne linije za harvester. Obilježene sječne linije i postojeći izvozni putovi nakon toga su snimljeni ručnim GPS-ovim uređajem Garmin GPSMAP 60CSx.

Snimljene koordinate položaja harvestera i forvardera, ali i prethodno obilježenih sječnih i izvoznih putova, obrađene su u računalnoj aplikaciji ESRI ArcGIS 10.1. Snimanje je kretanja vozila bilo namješteno na interval od 30 sekundi.

Kao sredstvo rada odabrani su 6-kotačni harvester TimberJack 1470D i 8-kotačni forvarder TimberJack 1710D. Prilikom rada obaju strojeva nisu bile korištene polugusjenice zato što je nosivost tla bila i više nego zadovoljavajuća ($CI_{15} > 1,91$ MPa). Harvester je bio opremljen gumama dimenzije 650/60-26,5 (prednje) i 700/55-34 (stražnje), dok je forvarder bio opremljen gumama dimenzije 750/55-26,5. Ukupna širina gaženja tla voznim sustavom harvestera u ovom slučaju iznosi 1,4 m (zbog dvostruke širine stražnjih guma koje su šire), dok kod forvardera ukupna širina gaženja iznosi 1,5 m. Navedena širina guma korištena je pri izračunu površine gaženja tla zajedno s prijednom udaljenosti dobivenom obradom snimljenih koordinata uz pomoć mobilne jedinice FMS-a.



Slika 1. Odsjeci 14b i 14c, GJ »Bjelovarska Bilogora«

Fig. 1 Sub-compartments 14b and 14c of Management Unit »Bjelovarska Bilogora«

Obradom snimljenih koordinata u računalnoj aplikaciji ESRI ArcGIS 10.1 za svaki turnus posebno (forvarder) dobivena je duljina puta gaženja tla sastojine. Pod tom duljinom razumijeva se gaženje prethodno negaženoga tla u razdoblju sječe/izvoženja (izuzevši duljinu puta već prethodno gažene površine). Množenjem ukupne širine gazne površine kotača (1,4 m za harvester i 1,5 m za forvarder) s duljinom gaženja tla dobivena je površina gaženja tla gdje je evidentiran samo jedan prolazak vozila po bespuću. Gaženje tla gdje je evidentiran višekratni prolazak vozila po istom mjestu (vlake, dijelovi sječ-nih linija) dobiveno je množenjem duljine puta ukupnom širinom strojeva koja približno iznosi 3 m.

4. Rezultati istraživanja – Results

Tijekom istraživanja harvestera ukupno je posječeno 795 stabala. Rad se obavljao u razdoblju od 5. do 19. srpnja 2017. godine (12 radnih dana). Vremenski su uvjeti u tom razdoblju bili bez oborine, dok je temperatura bila uobičajena za to doba godine, oko 30 °C.

Snimanje forvardera odvijalo se od 5. do 24. srpnja 2017. godine (ukupno 15 radnih dana). Vrijeme je tada bilo bez oborine, temperatura očekivana za to doba godine s vrijednostima i do 35 °C. Upravo su vremenski uvjeti bez oborine pridonijeli tomu da nosivost tla bude odlična ($CI_{15} = 1,91$ MPa) i samim time nije nastala šteta na tlu, a i nosivost tla nije negativno utjecala na proizvodnost forvardera. Istraživanje je provedeno na uzorku od 41 turnusa, od čega je u 12 turnusa izvožena tehnička oblovina, a u 29 turnusa višemetarsko prostorno drvo.

Karta na slici 2 prikazuje putanju kretanja harvestera prilikom sječe i izrade stabala u odsjecima 14b i 14c tokom 12 radnih dana. Na karti je vidljivo kretanje harvestera po postojećim traktorskim vlakama, prethodno obilježenim sječnim (harvesterskim) linijama, ali i po dijelovima odsjeka gdje sječne linije nisu bile obilježene (snimljene). Na tim dijelovima odsjeka vidljivo je da je vozač harvestera pazio da se ne kreće nekontrolirano po sastojini, odnosno da pokušava posjeći što više stabala koja su u dohvatu hidraulične dizalice harvestera (doseg je dizalice 10 m).

Obradom snimljenih podataka (koordinata kretanja) dobiveno je da je harvester po obilježenim vlakama i sječnim linijama ukupno prošao 3086 m. Zbog višekratnih prolazaka po vlakama i sječnim linijama smatra se da ukupna širina koju harvester gazi približno odgovara širini harvestera, odnosno

da je 3 m. Množenjem ukupne prijeđene duljine puta po vlakama i sječnim linijama širinom gaženja od 3 m udio gažene površine iznosi 9258 m². Ukupna duljina puta koji je harvester prošao po bespuću (izvan obilježenih izvoznih putova i sječnih linija sa samo jednim prolaskom po negaženu tlu) iznosi 9336 m. U ovom slučaju radi izračuna površine gaženja ukupna širina gažene površine odgovara dvostrukoj širini guma harvestera, odnosno 1,4 m, a iznos gažene površine iznosi 13 070 m². Ukupan iznos gažene površine nakon rada harvestera u oba odsjeka iznosi 22 328 m². Stavljanjem u odnos navedene ukupne gažene površine harvesterom s ukupnom površinom oba odsjeka (273 500 m²) dobije se udio gažene površine u iznosu od 8,16 %, što je zadovoljavajući iznos.

Putanje kretanja forvardera prilikom izvoženja drva tokom 15 radnih dana prikazane su na karti na slici 3. Istraživani forvarder po vlakama (višestruki prolasci) prošao je ukupno 3103 m. Isto kao i kod harvestera, zbog višekratnih prolazaka po vlakama za izračun površine gaženja uzeta je širina gaženja u iznosu od 3 m. U konačnici iznos gažene površine forvardera po vlakama iznosi 9309 m². Po bespuću (izvan vlaka sa samo jednim prolaskom po negaženu tlu) forvarder je ukupno prošao 9126 m, što množeno širinom guma, koja kod forvardera iznosi 1,5 m, daje površinu gaženja tla u iznosu od 13 689 m². Ukupan iznos gažene površine forvarderom (po vlakama i po bespuću) iznosi 22 998 m². Stavljanjem u odnos ukupne gažene površine šumskoga tla forvarderom i ukupne površine istraživanih odsjeka (273 500 m²) dobije se udio gažene površine u iznosu od 8,41 %.

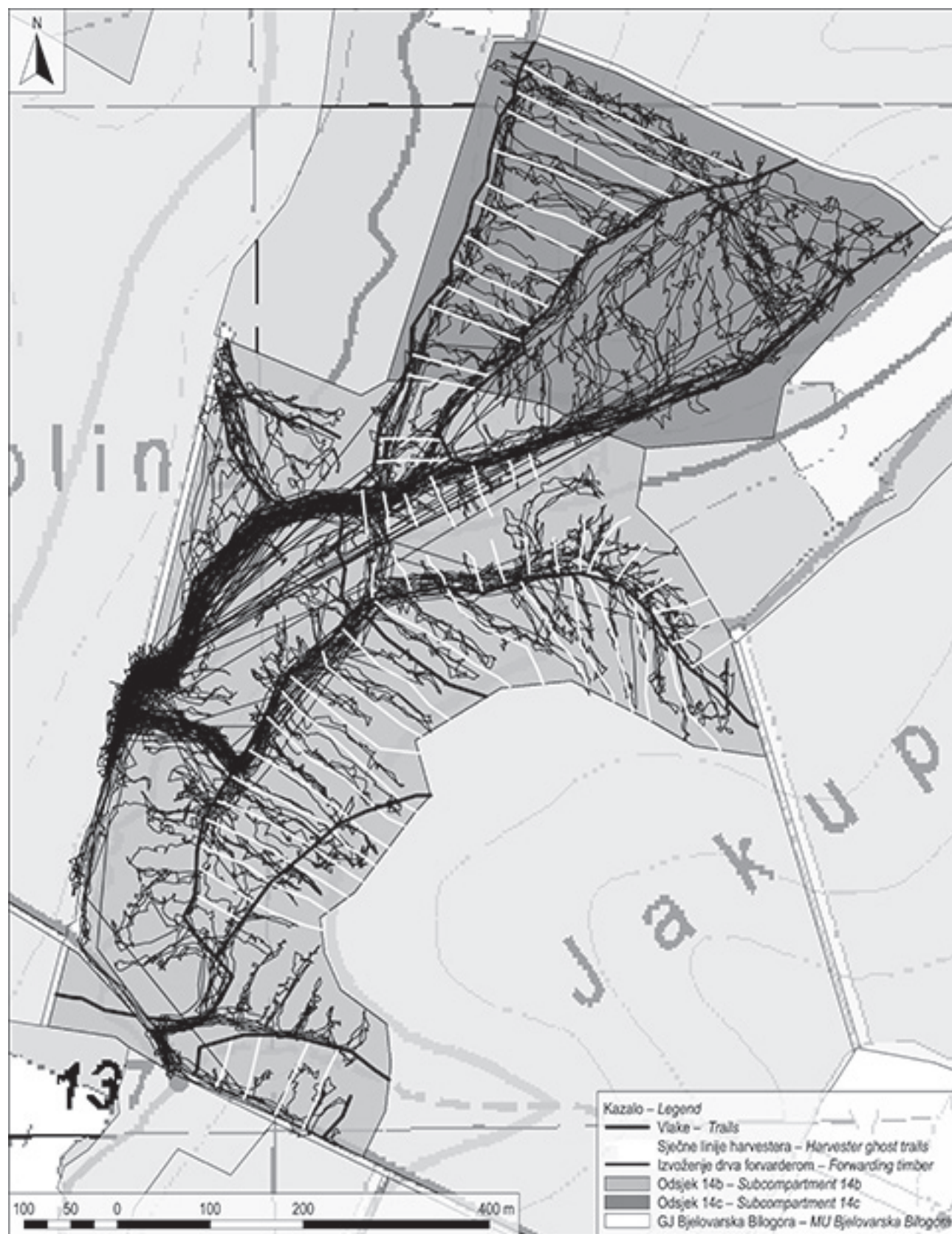
Karta na slici 4 prikazuje putanje kretanja obaju istraživanih strojeva tokom izvođenja radova u istraživanim odsjecima. Ukupan iznos gažene površine i harvesterom i forvarderom iznosi 36 068 m², dok ukupan udio gažene površine iznosi 13,19 %. U navedeni iznos gažene površine uključena je površina gaženja po vlakama samo forvardera (9309 m²) zato što se on kretao po istim vlakama po kojima je prethodno već prošao harvester te gažena površina po bespuću i harvestera (13 070 m²) i forvardera (13 689 m²).

Prema modelu procjene razine oštećenja staništa pri kretanju obaju istraživanih strojeva, koji je prikazan u tablici 1, oštećenja u ovom slučaju nema jer udio gažene površine nakon izvođenja radova iznosi samo 13,19 % te zbog jako dobre nosivosti tla u trenutku izvođenja radova, pri čemu je dubina kolo-traga iznosila manje od 5 cm.



Slika 2. Karta gaženja tla nakon obavljene strojne sječe i izrade harvesterom

Fig. 2 Soil disturbance after harvester felling and cutting



Slika 3. Karta gaženja tla nakon izvoženja drva forvarderom

Fig. 3 Soil disturbance after timber forwarding



Slika 4. Karta gaženja tla nakon obavljene sječe i izrade te nakon izvoženja drva

Fig. 4 Soil disturbance after machine felling and timber forwarding

5. Rasprava sa zaključcima *Discussion with conclusions*

Većina autora koja se bavi problematikom okolišne pogodnosti strojeva prilikom izvođenja šumskih radova u svojim je istraživanjima dokazala da se upravo dobrim organizacijskim mjerama gaženje tla može svesti na najmanju mjeru, što je i ovim istraživanjem potvrđeno.

Budući da je ovdje riječ o sastojini gdje je obavljanja proreda, ukupan je udio gažene površine nizak (samo 13,19 %). Kada bi se obavljao dovršni sijek, očekivalo bi se da taj iznos bude veći, a glavni su razlozi veća sječna gustoća i stabla većega sječnoga promjera. U takvoj situaciji harvester bi prilazio većemu broju stabala, a zbog većega promjera (u tom slučaju i mase stabala) morao bi stablima prilaziti bliže.

Zbog dobre organizacije udio višekratno gažene površine iznosi oko 9300 m² ili 3,38 % (za oba stroja) od ukupne površine istraživanih odsjeka, dok se ostalih približno 10 % površine odnosi na bespuće, odnosno na površinu gdje je uočen samo jedan prolazak istraživanih strojeva po negaženom tlu.

Kada bi tlo bilo slabije nosivosti, na dijelovima gdje su višestruki prolasci vozila nastali bi kolotrazi, pri čemu bi u tom slučaju i stupanj oštećenja šumskoga tla bio veći (prema skandinavskom modelu oštećenja tla prikazanom u tablici 1).

Utjecaj dobro organiziranoga radilišta, osim na manje gaženje tla, zasigurno je i na proizvodnost korištenih strojeva. Pri tome se misli na povećanje učinkovitosti zbog smanjenja vremena kretanja strojeva po sastojini pa se može očekivati i povećanje njihove energijske učinkovitosti.

6. Literatura – References

- Ampoorter, E., K. Verheyen, M. Hermy, 2009: Soil damage after mechanized harvesting: results of a meta-analysis. 2009 Council on Forest Engineering (COFE) Conference Proceedings: »Environmentally Sound Forest Operations«. Lake Tahoe, June 15–18, 1–12.
- Andersson, B., 1994: Cut-to-length and tree-length harvesting systems in central Alberta: a comparison. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), PointeClaire, Que. Tech. Rep. TR-108, 1–32.
- Bettinger, P., D. Armlovich, L. D. Kellogg, 1994: Evaluating area in logging trails with a Geographic Information System. Am. Soc. Agri. Eng., 37(4): 1327–1330.
- Bojanin, S., A. P. B. Krpan, 1997: Mogućnost tzv. visokog i potpunog mehaniziranja sječe i izrade te mehaniziranja privlačenja drva u šumama Hrvatske. Šumarski list, 121 (7–8): 371–381.
- Grigal, D. F., 2000: Effects of extensive forest management on soil productivity. For. Ecol. Manag., 138(1–3): 169–187.
- Han, S. K., 2006: Impacts on soils from cut-to-length and whole treeharvesting. Master thesis, College of Natural Resources, University of Idaho, 1–36.
- Han, S. K., H. S. Han, D. Page-Dumroese, L. R. Johnson, 2009: Soil Compaction associated with cut-to-length and whole-tree harvesting of coniferous forest. Can. J. For. Res., 39(5): 976–989.
- Horvat, D., 1993: Prilog proučavanju prohodnosti vozila na šumskom tlu. Disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–234.
- Krpan, A. P. B., 1992: Iskorišćivanje šuma. U: Šume u Hrvatskoj, Đ. Rauš (ur.), Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, 153–170.
- Krpan, A. P. B., 2000: Mogućnosti primjene vrhunskih tehnologija pri iskorištavanju šuma u Hrvatskoj. U: Zbornik, Znanstveni skup »Vrhunske tehnologije u uporabi šuma« održan 11. travnja 2000. u Zagrebu, M. Figurić (ur.), HAZU, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Zagreb, 45–63.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. Šumarski list, 125(11–12): 619–624.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002: Proizvodnost harvestera Timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora. Šumarski list, 126(11–12): 551–561.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2004: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 2. dio: Djelotvornost harvestera u kulturi mekih listača. Šumarski list, 128 (5–6): 233–244.
- Lacey, S. T., P. J. Ryan, 2000: Cumulative management impacts on soil physical properties and early growth of Pinus radiata. Forest Ecology and Management, 138(1–3): 321–333.
- Matić, S., 2011: Međunarodna godina šuma u svjetlu 50-godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 1–6.
- Nugent, C., C. Kanali, P. M. O. Owende, M. Nieuwenhuis, S. Ward, 2003: Characteristic site disturbance due to harvesting and extraction machinery traffic on sensitive forest sites with peatsoils. Forest Ecology and Management, 180(1–3): 85–98.
- Pandur, Z., 2013: Primjena komercijalnog sustava za praćenje rada strojeva u istraživanju izvoženja drva forvarderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–312.
- Pandur, Z., T. Poršinsky, M. Šušnjar, M. Zorić, D. Vusić, 2014: Gaženje tla pri izvoženju drva forvarderom u sječinama hrasta lužnjaka. Nova mehanizacija šumarstva, 35(1): 23–34.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz ni-

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

Quesnel, H., M. Curran, 2000: Shelterwood harvesting in root disease infected forests in southeastern British Columbia: post-harvest soil compaction. EP-1186. Extension Note EN-048. Forest Sciences Section, Nelson Forest Region, BCMOF. Nelson, BC.

Reisinger, T. W., P. E. Pope, S. C. Hammond, 1992: Natural recovery of compacted soils in an upland hardwood forest in Indiana. North. J. Appl. For., 9(4): 138–141.

Richardson, R., I. Makkonen, 1994: The performance of cut-to-length system in eastern Canada. Forest Engineering Research Institute of Canada, Pointe - Claire, Quebec, Canada, Technical Report TR-109, 16 p.

Rieppo, K., A. Kariniemi, R. Haarlaa, 2002: Possibilities to develop machinery for logging operations on sensitive forest sites. Department of forest resource management, University of Helsinki, Finland, Publications 29, 1–30.

Robek, R., D. Matthies, 1996: Soil and tree disturbances due to forest operations – an unresolved, interdisciplinary issue. *Phyton* 36(3): 181–186.

Rummer, B., 2002: Chapter 15: Forest Operations Technology (341–353). In: Wear, David N.; Greis, John G., eds. 2002. Southern forest resource assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 635 p.

Sambo, S. M., 1999: Reduction of trail density in a partial cut with a cut-to-length system. For. Eng. Res. Inst. Can.

(FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Note TN-293, 1–12.

Seixas, F., B. Stokes, B. Rummer, T. McDonald, 1995: Harvesting soil impacts for selected silvicultural prescriptions. In: The way ahead with harvesting and transportation technology: Proceedings of the IUFRO P3.07 meeting. Vienna, Austria: International Union of Forestry Research Organizations, 230–238.

Startsev, A. D., D. H. McNabb, 2000: Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta. *Canadian Journal of Soil Science*, 80(4): 617–624.

Šušnjar, M., 2005: Istraživanje međusobne ovisnosti značajke tla traktorske vlake i vučne značajke skidera. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–146.

Šušnjar, M., D. Horvat, J. Šešelj, 2006: Soil compaction in timber skidding in winter conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27(1): 3–15.

Tomašić, Ž., 2012: Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj. *Nova mehanizacija šumarstva*, 33(1): 53–67.

Wästerlund, I., 2002: Soil disturbance in forestry: Problems and perspectives. Proceedings of the International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations, September 29 – October 5, Tokyo, Japan, The Japan Forest Engineering Society & IUFRO WG 3.04/3.06/3.07, 312–315.1

Abstract

Soil Disturbance during Machine Felling and Forwarding of Thinning Cut in Broadleaved Stand

Soil disturbance is often an inevitable consequence of machine movements in the forest stand during which soil compression occurs and, depending on the soil bearing capacity, root system is prone to damage. In this paper, the analysis of soil disturbance was performed after harvester felling and cutting, and subsequent timber forwarding in thinning operations in a broadleaved stand. First, the trees for cutting were marked together with appropriate ghost trails as well as forwarding routes for timber extraction. Both harvester and forwarder were equipped with a Fleet Management System (FMS), which provided the spatial position and coordinates in the stand. By analysing the obtained coordinates in the ArcGIS 10.1 program package, movement and routes of both machines were obtained. The obtained results showed that the total amount of soil disturbance in the stand for both machines was 13.19%, and due to the good soil bearing capacity and the lack of rutting, there was no soil damage in the stand. This research has confirmed the thesis that proper organisational measures can reduce soil damage to the minimum extent.

Keywords: soil disturbance, harvester, forwarder, FMS, GPS

Adresa autorâ – *Authors' addresses:*

Doc. dr. sc. Zdravko Pandur*
e-pošta: zpandur@sumfak.hr
Dr. sc. Andreja Đuka
e-pošta: aduka@sumfak.hr
Prof. dr. sc. Marijan Šušnjar
e-pošta: msusnjar@sumfak.hr
Marin Bačić, mag. ing. silv.
e-pošta: mbacic1@sumfak.hr
Doc. dr. sc. Kruno Lepoglavec
e-pošta: klepoglavec@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
HRVATSKA

Katarina Ostović, mag. ing. silv.
e-pošta: ostovickatarina5@gmail.com
Ulica Pavla Šubića 16
10000 Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 10. 10. 2018.
Prihvaćeno (*Accepted*): 14. 11. 2018.

*Glavni autor – *Corresponding author*

Razvoj sheme programiranoga odmaranja na pješačkoj stazi »Podgarić – Garić-grad« u regionalnom parku Moslavačka gora

Matija Landekić, Ivan Martinić, Franjo Galić

Nacrtak – Abstract

U prvom dijelu rada obrazlaže se povezanost posjećivanja zaštićenih područja prirode i okolnosti kojima su, vezano uz sigurnost i fizičko opterećenje, posjetitelji izloženi tijekom boravka i razgledavanja takvih područja. Konstatira se da korištenje parkovne infrastrukture, posebno pješačkih staza, zahtijeva povećanu pozornost i fizičko angažiranje posjetitelja (posebno zbog duljine, uzdužnoga nagiba, visinske razlike i sl.) kako ne bi nastale neželjene posljedice i za posjetitelja i za upravu zaštićenoga područja. Za ocjenu rizika od fizičkoga (pre)opterećenja pri svladavanju pješačke staze »Podgarić – Garić-grad« primijenjena je metoda mjerenja pulsa na kvotnom uzorku ispitanika pomoću uređaja Garmin Forerunner 910XT i metronoma BOSS DB-3. Stupanj fizičkoga opterećenja i pripadajuća razina opće fizičke spremne za svakoga se ispitanika odredila prema izračunu postotnoga povećanja frekvencije srca tijekom svladavanja pješačke staze. U okviru rezultata istraživanja odabrana je optimalna matrica za ocjenu rizika i razrađena je shema programiranoga odmaranja (shema TaB) kojom se svakomu posjetitelju na temelju dobne skupine kojoj pripada i samoocjene vlastitoga kondicijskoga potencijala sugerira režim svladavanja staze. Režim uključuje vrstu i broj odmorišnih stajališta te najmanje vrijeme predaha i odmora na takvim stajalištima.

Ključne riječi: zaštićeno područje, posjećivanje, upravljanje rizicima, fizičko opterećenje, pješačke staze

1. Uvod – Introduction

Suvremeni turistički trendovi danas razumijevaju sve veću osviještenost potrošača te zagovaraju koncepte »povratka čovjeka prirodi« i proaktivno konzumiranje »zelenoga turizma«. Sve se to odnosi na kreiranje turističke ponude koja se zasniva na kombinaciji zdrave i organski proizvedene hrane, netaknutoga prirodnoga okruženja, rekreativnih aktivnosti i povijesno-kulturnih vrijednosti. Rast obujma posjećivanja zaštićenih područja u Republici Hrvatskoj povećava okolišni otisak, pri čemu velik broj posjetitelja i različitost njihovih interesa upravu zaštićenih područja suočavaju s brojnim pitanjima vezanim uz upravljanje posjetiteljima, ali i održavanje visokih standarda njihove sigurnosti. Naime, samo posjećivanje, a pritom posebno neki oblici rekreacije, imaju skrivene opasnosti, štoviše za mnoge rekreativne aktivnosti rizik i izazov njihovo su obilježje i sastavni dio (Martinić i dr. 2008).

Povećana svijest o potrebi upravljanja rizicima pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima u zaštićenim područjima rezultat je značajnih slučajeva odgovornosti uprava zaštićenih područja u državama razvijenih parkovnih sustava: Australiji (WACALM 1997), na Novom Zelandu, u Sjedinjenim Američkim Državama (Stephens i dr. 2005, Forrester i Holstege 2009, Stock i dr. 2012), ali i u drugim zemljama, što je uvelike povećalo troškove. Posljednjih godina i u Hrvatskoj se ozbiljnije susrećemo s većim brojem povređivanja i, nažalost, slučajevima smrtnoga stradanja posjetitelja zaštićenih područja. O takvim stradanjima najčešće doznajemo iz medija, a poznati su noviji takvi slučajevi u NP Plitvička jezera i NP Paklenica. U navedenim okolnostima i u Hrvatskoj je nužno naglašavati novi aspekt zadaće parkovnih uprava usmjeren na smanjivanje mogućih šteta u slučaju ozljeđivanja i/ili stradanja posjetitelja (Martinić i dr. 2015). Razloge brzoga i dramatičnoga povećanje broja ozljeđa

posjetitelja zaštićenih područja treba tražiti u: (a) povećanju broja posjetitelja i povećanju njihove mobilnosti; (b) povećanju potencijala za potraživanja obeštećenja zbog povećanja javne svijesti posjetitelja; (c) značajnom naglasku koji je stavljen u obliku zakonske odgovornosti na uprave zaštićenih područja s obzirom na brigu, nadzor i upravljanje javnim površinama; (d) očekivanja posjetitelja vezano uz pružanje nekoga oblika rekreacijskoga iskustva s elementima izazova i rizik uz nisku razinu kontrole koju provodi osoblje parka (WACALM 1997).

Sigurnost i zaštita zdravlja posjetitelja mora se u zaštićenom području osigurati uzimajući u obzir različite aspekte posjećivanja, jednako uzimajući u obzir prevenciju opasnih situacija, sprječavanje nesreća, uklanjanje opasnosti, održavanje sigurnosti tehničke opreme i infrastrukture, ali također i situacije koje ugrožavaju zdravlje, npr. prekomjerno fizičko opterećenje posjetitelja (Martinić i dr. 2015). Odgovornost je uprave osigurati da posjetitelji ne budu izloženi situacijama u kojima postoji izgledna opasnost od nastajanja ozljeda, ili, gdje to nije moguće, osigurati da se posjetitelji na odgovarajući način obavijeste o mogućim opasnostima (PWCNT 1995). U zaštićenim područjima Republike Hrvatske propisima koji uređuju pravila ponašanja u pojedinom parku (npr. Pravilnikom o unutrašnjem redu) načelno je propisana obveza javnih ustanova prema posjetiteljima što se tiče općih mjera sigurnosti, ponajprije traženja i spašavanja posjetitelja. Trenutačno su navedeni pravilnici izvan snage, a supstitucijski propis koji treba urediti navedenu problematiku u pripremnom je postupku.

Strateški pristup navedenom problemu svake parkovne uprave trebao bi biti razvoj modela za upravljanje rizicima pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima (engl. *Visitor Risk Management*) koji se definira kao »sustavna identifikacija, analiza i kontrola širokog spektra rizika, pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima posjetitelja, koje prijete parkovnoj upravi ili njihovoj sposobnosti da ostvare svoje ciljeve« (WACALM 1997). Kategorizacija pješačke infrastrukture s obzirom na njezinu zahtjevnost i potrebno fizičko angažiranje posjetitelja za svladavanje staze samo je malen segment cjelokupnoga sustava upravljanja rizicima pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima unutar zaštićenoga područja. Imajući sve to na umu osnovna postavka rada odnosi se na razvoj sheme programiranoga odmaranja na pješačkoj stazi Podgarić – Garić-grad u regionalnom parku Moslavačka gora radi uvođenja učinkovite zaštite korisnika od rizika fizičkoga (pre) opterećenja.

1.1 Utjecaj fizičke aktivnosti u zaštićenom području na zdravlje pojedinca – *The impact of physical activity in a protected area on health of individuals*

Svakodnevni boravak u prirodi radi relaksacije, vježbanja i psihološke obnove proteže se u prošlost dalje od povijesnih zabilješki, u kojima su navedene koristi i koje su ujedno bile jedan od pokretača u procesu stvaranja zaštićenih područja (Stolton i dr. 2015). Danas su urbanizacija i suvremeni način života izravno umanjili interakciju ljudske populacije s prirodnim okruženjem i šumskim prostranstvima (Galić 2017), što je rezultiralo brojnim zdravstvenim tegobama pojedinaca. Boravak u prirodi, u kombinaciji s određenom tjelesnom aktivnošću (šetnja i razgledavanje prirodno-kulturnih fenomena, planinarenje i sl.), istaknut je kao najvažnija funkcija pri unapređenju dobrobiti i zdravlja ljudi u procesu regeneracije emocionalne i kognitivne iscrpljenosti posjetitelja u prirodu (PAGAC 2008, Wolf 2008, WWF 2010).

Iako fizička aktivnost ima brojne zdravstvene koristi za pojedinca, također su poznati i mnogobrojni mogući rizici povezani s tjelesnom aktivnošću, pogotovo kada ona prelazi uobičajenu dnevnu mjeru. Posljedice takvih izvanrednih naprezanja mogu biti iscrpljenost i malaksalost organizma, akutni stres i ozljede lokomotornoga sustava, kardio-respiratorne poteškoće i sl. (Physical Activity and Health 1999). Vrlo rašireni oblik posjećivanja zaštićenoga područja jest pješačenje po stazama od kojih neke, cijelom trasom ili u određenoj svojoj dionici, mogu biti izraženo zahtjevne, ponajprije zbog duljine i/ili svladavanja značajnih visinskih razlika, vrste materijala od kojega su izgrađene i dr. Da bi se posjetitelja informiralo o potrebnom fizičkom angažiranju pri svladavanju staze, potrebno je prethodno ciljanim istraživanjima odrediti zahtjevnost staze ili njezina dijela s obzirom na opterećenje te to staviti u odnos s kondicijskim mogućnostima posjetitelja. Stoga se, kao nužni element sustava upravljanja rizicima pri posjećivanju zaštićenih područja, nameće obveza parkovnih uprava da informiraju posjetitelje o izvanrednom fizičkom naprezanju kojemu mogu biti izloženi pri korištenju parkovne infrastrukture, npr. poučnih staza, planinarskih ruta i sl. (Martinić i dr. 2015). Takvim bi se pristupom osiguralo da odluka svakoga posjetitelja hoće li i na koji način koristiti stazu bitno smanji za njega neželjene zdravstvene rizike.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

2.1 Područje istraživanja – *Research area*

Moslavačka gora nalazi se u središnjoj Hrvatskoj na granici Bjelovarsko-bilogorske županije i Sisačko-moslavačke županije, smještena usred nizine omeđena rijekama Česmom, Lonjom i Ilovom, u starom ulegnutom gromadnom gorju paleološkoga nastanka bogato rudnim bogatstvom (granitom i nalazištima nafte i plina). Na temelju članka 21. stavka 5. Zakona o zaštiti prirode (NN, br. 70/2005, 139/2008 i 57/2011) Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 2. lipnja 2011. godine donijela je Uredbu o proglašenju regionalnoga parka Moslavačka gora (Galić 2017).

Moslavačka gora obrasla je gustim šumama bukve, hrasta kitnjaka, graba, kestena, crne johe i breze, a u nižim predjelima kultiviranim voćnjacima i vinogradima. Šume Moslavačke gore pretežno se sastoje od srednjoeuropskoga flornoga elementa (hrast kitnjak, bukva, grab), južnojoeuropskoga (pitomi kesten) i ponešto euroazijskoga (joha, breza, bor). Čitava je gora pokrivena rastresitim materijalom i obrasla šumom, travama i kultiviranom vegetacijom bez golih stijena i velikih strmina. Na Moslovačkoj gori postoje ostaci starih utvrda, od kojih je najpoznatiji Garić-grad (slika 1), koji je sagradio ban Stjepan Šubić (Galić 2017). Garić-grad ili stari grad Garić (slika 1) jedan je od najstarijih hrvatskih burgova, a spominje se već 1256. godine kao Garig. Grad se približno istodobno kad i Medvedgrad na Medvednici. Grad se sastojao od dvaju dijelova: vanjskoga i unutarnjega, koji su bili opasani zidovima. Zanimljiv je ulaz u grad preko drvenoga mosta i kroz gradska vrata (slika 2) te vidik koji se pruža na okolicu s vrha djelomice obnovljene gradske kule. Garić-grad je omiljeno mjesto odmora za planinare koji pohode Moslavačku goru, a do njega je moguće doći javnom cestom iz smjera Podgarića koja ujedno služi i kao pješačka staza.

Pješačka staza, koja istodobno služi i kao javna cesta za prometovanje osobnih vozila, dužine je 1350 m od podnožja (raskrsnice glavne ceste G. Jelenka – Podgarić i sporedne ceste prema Garić-gradu) do ulaza u Garić-grad na vrhu. Razlika u nadmorskoj visini između najniže i najviše točke staze iznosi 143 m. Gornji ustroj pješačke staze izveden je od mješavine mineralnih tvari i bitumena kao vezivnoga sredstva (asfalta), što uvelike olakšava svladavanje uspona. Postupak numeričke kvantifikacije fizičkoga opterećenja, tj. zahtjevnosti svladavanja staze proveden je za cijelu dužinu staze.



Slika 1. Današnji izgled Garić-grada – prilaz ruševinama grada
Fig. 1 Today's appearance of Garić Town – access to the ruins



Slika 2. Ulaz u grad i gradska vrata
Fig. 2 Entrance to the town and town gate

2.2 Metode istraživanja – *Research methods*

Za ocjenu fizičkoga opterećenja ispitanika primijenjena je metoda mjerenja pulsa. Mjerenje frekvencije srca ($FS \text{ min}^{-1}$) provedeno je individualno za svakoga ispitanika pomoću Garmin Forerunner 910XT i mekanoga remena sa senzorom otkucaja srca. Metronom BOSS DB-30 upotrijebio se za definiranje ujednačenoga tempa svladavanja staze.

Prije samoga terenskoga mjerenja kod svakoga ispitanika trebalo je odrediti ove parametre: spol, visinu (u cm), tjelesnu masu (u kg), frekvenciju srca pri odmaranju (FS_o) i maksimalnu teoretsku frekvenciju srca (FS_{max}). Frekvencija srca pri odmaranju utvrdila se individualnim brojenjem otkucaja srca u trajanju od jedne minute (a) ujutro nakon buđenja ili (b) tijekom dana nakon 20 minuta fizičkoga

odmaranja i mentalnoga nenaprezanja. Maksimalna teoretska frekvencija srca izračunava se po formuli $FS_{\max} = 210 - (0,65 \times \text{godine života})$ (Heimer i dr. 1997). Tako određeni osobni parametri unose se u memoriju Garmin F910 kao ulazni profil ispitanika prije početka terenskoga mjerenja. Dobiveni podaci terenskoga mjerenja odnosili su se na vrijeme trajanja aktivnosti u minutama (t_r), prijeđenu udaljenost u kilometrima (d), promjenu u nadmorskoj visini (NV_{\pm}), prosječnu brzinu kretanja u minutama po kilometru (v_x), maksimalnu brzinu kretanja u minutama po kilometru (v_{\max}), prosječnu frekvenciju srca tijekom aktivnosti u 1/min (FS_r), maksimalnu frekvenciju srca tijekom aktivnosti u 1/min (FS_{\max_a}) i potrošnju kalorija tijekom aktivnosti (PK) koja se dobiva pomoću *Firstbeat* algoritma razvijenoga u finskoj kompaniji »Firstbeat Technologies«.

Za svakoga ispitanika odredilo se po formuli [1] postotno povećanje frekvencije srca tijekom svladavanja pješačke staze te su se na temelju toga definirali razredi opterećenja (tablica 1) i njima pripadajuće razine opće fizičke spremne (tablica 2). Za utvrđivanje i klasifikaciju fizičkoga opterećenja ispitanika primijenjen je izraz iz formule 1 prema Grandjeanu (1980).

$$\%pFS = \left[\frac{(FS_r - FSo)}{FSo} \right] \times 100 \quad (1)$$

Gdje je:

$\%pFS$ postotno povećanje frekvencije srca

FS_r frekvencija srca pri radu

FSo frekvencija srca pri odmoru

Razina fizičke spremne kao iskaz fizičkoga potencijala pojedinca da s većim ili manjim prosječnim FS svlada odgovarajuće opterećenje, definirala se u rasponu od 1 do 5 na načelima Likertove skale, pri čemu je najniža razina fizičke spremne označena s 1, a najviša razina s 5 (tablica 2).

Razredi opće »objektivne« fizičke spremne (tablica 2) dobiveni na temelju postotnoga povećanja frekvencije srca (tablica 1) služe za usporedbu i provjeru procijenjene razine opće »subjektivne« fizičke spremne ispitanika (samoocjenjivanje) prije podvrgavanja testu na dionici staze. Svrha je navedenoga odabir optimalne matrice raspodjele rizika za kategorizaciju staze prema razini zahtjevnosti pri njezinu svladavanju unutar triju matrica A, B i C (vidi Martinić i dr. 2015). U postupku izrade A, B i C inačice matrice raspodjele rizika (Martinić i dr. 2015) primijenjena je strukturna forma njemačkoga BG mo-

Tablica 1. Razredba radnoga opterećenja (Grandjean 1980)

Table 1 Classification of workload (Grandjean 1980)

Radno opterećenje – Workload	Postotno povećanje frekvencije srca Percent increase in heart rate
Razina – Level	%pFS
Vrlo nisko, odmaranje Very low, resting	0,00
Nisko – Low	0,01–36,00
Umjereno – Moderate	36,01–78,00
Visoko – High	78,01–114,00
Vrlo visoko – Very high	114,01–150,00
Izrazito visoko – Extremely high	≥150,01

dela za procjenu rizika prema Nohlu (1989). Po toj je strukturi visina rizika iskazana vrijednostima od 0 do 10 izvedena iz procjene vjerojatnosti realizacije fizičkoga preopterećenja ispitanika/posjetitelja za svaku razinu opće fizičke spremne u odnosu na svaku od četiriju programiranih dobnih skupina. Testirane tri moguće matrice razlikuju se u raspodjeli vrijednosti rizika unutar 20 polja gdje se na x-osi nalaze četiri dobne skupine, a na y-osi pet razina opće fizičke spremne. Matrica A zagovara alternativu maloga rizika gdje preko 50 % polja ima vrijednost rizika od 0 do 1. Matrica B predstavlja alternativu umjerenoga rizika gdje 40 % polja ima vrijednost rizika od 2 do 4 i 35 % polja vrijednost maloga rizika, dok matrica C predstavlja najoštriju alternativu gdje 40 % polja ima vrijednost povećanoga do velikoga rizika i 35 % polja vrijednost umjerenoga rizika.

Tablica 2. Razredba fizičke spremne

Table 2 Classification of general physical fitness

Razred fizičke spremne – General physical fitness class	
Niska – Low	1
Ispodprosječna – Under average	2
Prosječna – Average	3
Visoka – High	4
Izrazito visoka – Extremely high	5

2.3 Uzorkovanje ispitanika – Sampling of respondents

U postupku istraživanja primijenjen je namjerni (kvotni) uzorak koji je rezultat osobnoga prosuđivanja barem u jednom dijelu postupka izbora jedinica

uzorka. Kvotni je uzorak najvažniji u skupini uzoraka koji se zasnivaju na teoriji slučajnosti, a bira se postupkom u kojem je osigurano da različite podskupine osnovnoga skupa budu zastupljene u uzorku prema njihovim važnim značajkama upravo tako kako to istraživač odredi. U prvom dijelu određuju se kontrolne značajke osnovnoga skupa kao što su spol i dob, zanimanje, mjesto stanovanja ispitanika i sl. Važno je da kontrolna obilježja imaju utjecaja na pojavu koja se istražuje. Drugi je zahtjev da se ta obilježja mogu jednostavno prikupiti. Kontrolna obilježja moraju biti svima jasna: istraživaču, anketaru, korisniku, te moraju biti dostupna u postojećim sekundarnim podacima. To je ujedno pretpostavka za primjenu kvotnoga uzorka – mora se poznavati osnovni skup, barem što se tiče kontrolnih obilježja. Drugi se dio postupka sastoji u odluci o sastavu uzorka: on može biti proporcionalan obilježjima osnovnoga skupa, a može biti i neproporcionalan. Također se mora odrediti veličina uzorka. Treći dio postupka biranja kvotnoga uzorka sastoji se u određivanju zadaće svakomu anketaru. Cijeli se uzorak dijeli na manje cjeline za pojedinoga anketara. Njegova je zadaća pronaći i anketirati osobe sa zadanim obilježjima.

Pri istraživanju fizičkoga opterećenja ispitanika na pješačkoj stazi Podgarić – Garić-grad kao kontrolno obilježje uzeti su spol i dob ispitanika. Prema životnoj dobi ispitanici su razvrstani u četiri dobne skupine (1. skupina: ispitanici ≤ 20 godina, 2. skupina od 21 do 45 godina, 3. skupina od 46 do 60 godina i 4. skupina: ispitanici ≥ 61 godina). Uzorak je obuhvatio ukupno 18 ispitanika, 6 ženskih i 12 muških, a deskriptivni pokazatelji prikazani su u tablici 3.

3. Rezultati istraživanja *Results of research*

Mjerenje fizičkoga opterećenja posjetitelja provedeno je po unaprijed definiranomu uzorku ispitanika,

koji su bili razvrstani u 4 dobne skupine (tablica 3). Prije samoga mjerenja pulsa na terenu za svakoga ispitanika prikupili su se podaci po metodološkom obrascu, vezani uz spol, dob, visinu, masu, FS u mirovanju i sl. Oni su uneseni u memoriju Garmina F910 radi uspostave osnovnoga fizičkoga profila ispitanika. Svaki je ispitanik prije terenskoga mjerenja osobno ocijenio razinu svoje opće »subjektivne« fizičke spremne ocjenom u rasponu od 1 do 5, pri čemu su ocjene značile:

- 1 – niska razina fizičke spremnosti
- 2 – ispodprosječna razina fizičke spremnosti
- 3 – prosječna razina fizičke spremnosti
- 4 – visoka razina fizičke spremnosti
- 5 – izrazito visoka fizička spremnost.

Vrijednosti prosječnoga pulsa koje su dobivene praćenjem 18 ispitanika nalaze se u tablici 4. Nalazi pokazuju da su ispitanici prve dobne skupine (≤ 20 godina) uspon na stazu svladali u najkraćem vremenu (prosječno 24:41 min) uz prosječnu frekvenciju srca (FSr) 117 min^{-1} , prosječnu maksimalnu FS od 138 min^{-1} i prosječnu potrošnju 114,33 kalorija energetske vrijednosti. Druga dobna skupina (od 21 do 45 godina) uspon dionice svladala je u prosjeku za 26:48 min uz prosječnu frekvenciju srca (FSr) 114 min^{-1} , prosječnu maksimalnu FS 138 min^{-1} te potrošnju 92,33 kalorija. Ispitanici od 46 do 60 godina (treća dobna skupina) uspon su svladali u prosjeku za 27:05 min uz prosječnu frekvenciju srca (FSr) 106 min^{-1} , prosječnu maksimalnu FS 123 min^{-1} te potrošnju energije od 151,80 kalorija. Najstariji ispitanici, koji čine četvrtu dobnu skupinu (≥ 61 godina), uspon su svladali u prosjeku za 26:37 min uz prosječnu frekvenciju srca (FSr) 107 min^{-1} , prosječnu maksimalnu FS od 131 min^{-1} i potrošnju 151 kalorija energetske vrijednosti.

Prikupljeni podaci i rezultati mjerenja u daljnjoj su obradi upotrijebljeni za testiranje opsijskih matrica raspodjele rizika A, B i C (prema Martiniću i

Tablica 3. Prosječne vrijednosti uzorka ispitanika
Table 3 Average values of sampled respondents

Dobne skupine Age group	Broj ispitanika, N Number of respondents, N	Prosječna dob, godine Average age, years	Prosječna visina, cm Average height, cm	Tjelesna masa, kg Body weight, kg	Frekvencija srca u odmaranju, FSo Heart rate at rest, FSo	Maksimalna teorijska frekvencija srca, FSmax Theoretical maximum heart rate, FSmax _i
≤ 20	3	18,33	176,33	67,33	44	198,33
21–45	9	30,55	172,33	67,55	67	190
46–60	5	52,6	175	91	63	175,7
≥ 61	1	63	175	85	68	169

dr. 2015). Svaka od matrica u ovisnost stavlja razinu rizika i veličinu izmjerena fizičkoga opterećenja na pješačkoj stazi Podgarić – Garić-grad. Pritom je razina rizika funkcija dobne skupine ispitanika (4 dobne skupine) i razine samoocijenjene opće fizičke spremnosti (5 skupina fizičke spremne) – tablica 2.

Izbor optimalne opcije matrice rizika za kategorizaciju zahtjevnosti pješačke staze napravljen je na temelju podataka iz tablice 5. Prvo je za svakoga ispitanika na osnovi dobne skupine (tablica 5, kolona 2) i osobne ocjene opće fizičke spremne (tablica 5, kolona 3) određena numerička vrijednost mogućega rizika – za opsijsku matricu A, B i C (tablica 5, kolona 7, 9 i 11). Potom je to isto za svakoga ispitanika napravljeno na osnovi razine fizičke spremne određene na testu (tablica 5, kolona 6 i tablica 5, kolona 8, 10 i 12). Konačno, na razini svakoga ispitanika uspoređene su vrijednosti rizika na osnovi osobne

procjene i mjerenja na testu. Kao optimalna matrica rizika uzima se ona gdje je kod najvećega broja ispitanika zabilježena podudarnost vrijednosti rizika i kategorije zahtjevnosti dionice određenih osobnom procjenom i mjerenjima. Optimalnom se pokazala matrica A i B kod kojih je podudarnost osobne ocjene i testa bila identična i iznosila je 83,33 % (tablica 5), što je više u odnosu na podudarnosti kod opcije C (77,77 %). Kao ulazna matrica raspodjele rizika, pri definiranju režima svladavanja staze shemom »Take a Brake« (TaB), odabrana je opcija matrice B iz dvaju razloga: (a) nepodudarnost ocijenjenoga rizika kod opcije B dobivena je kod dobne skupine koju čine mlađi ispitanici relativno boljšega općega zdravstvenoga stanja, dok su to kod opcije A stariji ispitanici i (b) kod sličnoga istraživanja na fizički zahtjevnijoj stazi (Martinić i dr. 2015) matrica B pokazala se kao najvjerodostojnija. Sukladno odabranoj matrici rizi-

Tablica 4. Osobni podaci i izmjerene vrijednosti uzorkovanih ispitanika tijekom testa

Table 4 Personal data and measured values of sampled respondents during the test

RB	S _g	G	FSo	FSmax _t	t _r	v _x	FSr	FSmax _t	KP
1	33	M	66	188.5	0:26:18	0:19:52	106	128	103
2	28	M	72	191	0:25:43	0:19:15	122	145	125
3	33	M	66	188.5	0:25:19	0:17:14	117	143	122
4	33	Ž	68	188.5	0:26:27	0:20:29	124	157	124
5	25	Ž	79	193.5	0:28:19	0:21:07	130	154	145
6	50	Ž	63	177.5	0:27:19	0:20:15	120	140	205
7	29	M	72	191.5	0:26:51	0:20:11	111	125	101
8	52	M	54	176	0:28:55	0:21:14	111	129	150
9	47	M	73	179	0:25:11	0:17:36	120	142	157
10	19	Ž	67	198	0:26:15	0:18:21	127	152	151
11	58	M	59	172	0:27:36	0:20:14	92	109	116
12	37	Ž	70	186	0:27:28	0:18:31	121	158	123
13	20	M	61	197	0:22:50	0:17:22	121	158	98
14	63	M	68	169	0:26:37	0:19:36	107	131	151
15	56	M	65	174	0:26:26	0:19:20	98	109	131
16	30	M	70	191	0:26:50	0:19:13	97	116	81
17	16	M	65	200	0:24:57	0:18:25	102	126	88
18	27	Ž	60	192	0:27:58	0:19:46	99	115	52

RB – Redni broj – Ordinal number

S_g – Dob u godinama – Age in years

G – Spol – Gender

FSo – Frekvencija srca u odmaranju – Heart rate at rest

FSmax_t – Maksimalna teorijska frekvencija srca – Theoretical maximum heart rate

t_r – Vrijeme trajanja aktivnosti – Duration of activity

v_x – Prosječna brzina kretanja u minutama po kilometru – Average speed in minutes per kilometer

FSr – Prosječna frekvencija srca tijekom aktivnosti – Average heart rate during activity

FSmax_t – Maksimalna frekvencija srca tijekom aktivnosti – Maximum heart rate during activity

KP – Potrošnja kalorija tijekom aktivnosti u kalorijama – Calorie consumption during activity

Tablica 5. Odabir optimalne matrice rizika u procesu razredbe zahtjevnosti pješačke staze Podgarić – Garić-grad
Table 5 Selection of optimal risk matrix in the demand classification process for the hiking trail Podgarić – Garić town

RB	S _g	SOFS	FSr	%pFS	OOFS _t	Testiranje matrice A Testing of matrix A		Testiranje matrice B Testing of matrix B		Testiranje matrice C Testing of matrix C	
						ZD _s	ZD _t	ZD _s	ZD _t	ZD _s	ZD _t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	33	3	106	61	4	zelena (1) Green (1)	zelena (0) Green (0)	žuta (2) Yellow (2)	zelena (1) Green (1)	žuta (3) Yellow (3)	zelena (1) Green (1)
2	28	4	122	69	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
3	33	3	117	77	4	zelena (1) Green (1)	zelena (0) Green (0)	žuta (2) Yellow (2)	zelena (1) Green (1)	žuta (3) Yellow (3)	zelena (1) Green (1)
4	33	3	124	82	3	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (3) Yellow (3)	žuta (3) Yellow (3)
5	25	4	130	65	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
6	50	2	120	90	3	crvena (5) Red(5)	žuta (2) Yellow (2)	crvena (5) Red(5)	žuta (4) Yellow (4)	crvena (6) Red(6)	crvena (5) Red(5)
7	29	4	111	54	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
8	52	3	111	106	3	žuta (2) Yellow (2)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (4) Yellow (4)	žuta (4) Yellow (4)	crvena (5) Red(5)	crvena (5) Red(5)
9	47	3	120	64	4	žuta (2) Yellow (2)	zelena (1) Green (1)	žuta (4) Yellow (4)	žuta (2) Yellow (2)	crvena (5) Red(5)	žuta (4) Yellow (4)
10	19	4	127	90	3	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)
11	58	4	92	56	4	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (4) Yellow (4)	žuta (4) Yellow (4)
12	37	4	121	73	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
13	20	4	121	98	3	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)
14	63	4	107	57	4	žuta (2) Yellow (2)	žuta (2) Yellow (2)	žuta (4) Yellow (4)	žuta (4) Yellow (4)	crvena (5) Red(5)	crvena (5) Red(5)
15	56	3	98	51	4	žuta (2) Yellow (2)	zelena (1) Green (1)	žuta (4) Yellow (4)	žuta (2) Yellow (2)	crvena (5) Red(5)	žuta (4) Yellow (4)
16	30	4	97	39	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
17	16	5	102	57	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)
18	27	4	99	65	4	zelena (0) Green (0)	zelena (0) Green (0)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)	zelena (1) Green (1)
RAZINA PODUDARNOSTI – COMPATIBILITY LEVEL						15/18 (83,33 %)		15/18 (83,33 %)		14/18 (77,77 %)	

RB – Redni broj – Ordinal number

S_g – Dob u godinama – Age in years

SOFS – Subjektivna ocjena fizičke spreme – Subjective ratings of physical fitness

FSr – Prosječna frekvencija srca tijekom aktivnosti – Average heart rate during activity

%pFS – Postotno povećanje frekvencije srca – Percent increase in heart rate

OOFS_t – Objektivna ocjena fizičke spreme utvrđena mjerenjem – Objective assessment of physical fitness determined by measurement

ZD_s – Zahtjevnost dionice (ulaz samoocijena) – Demands of section (input self-rating)

ZD_t – Zahtjevnost dionice (ulaz rezultat mjerenja) – Demands of section (input test result)

ka B i definiranomu njezinu rasponu, kategorizirana su tri režima svladavanja pješačke staze: zeleni, žuti i crveni (tablica 6).

Rekognisciranjem pješačke staze i definiranjem optimalne matrice rizika »B« definirane su tri kategorije zahtjevnosti pješačke staze (tablica 6), pri čemu je svakoj kategoriji, na osnovi raspona veličine rizika (tablica 6, kol. 3), pridružen režim svladavanja staze iskazan opisno i bojom: režim »zeleno« znači mali rizik, režim »žuto« – umjereni ili srednji rizik i režim »crveno« pojačani ili velik rizik (tablica 6, kol. 2). Režim svladavanja staze uključuje broj, vrstu i prostorni raspored odmorišta te minimalno trajanje odmora/predaha (u minutama). Integrirano, takva kompozicija uvjeta pojedinoga režima čini shemu TaB (slika 3) koja se posjetitelju sugerira primijeniti pri svladavanju konkretne staze (Martinić i dr. 2015).

Praktična primjena sheme TaB (slika 3) u provedbi sadrži ove elemente: (1) postavljenu obavijesnu ploču na početku staze, na temelju koje svaki posjetitelj može odrediti osobni optimalni režim svladavanja staze kao zeleni, žuti ili crveni režim; (2) izvedena odmorišta na trasi staze, pri čemu su lokacije odmorišta određene prema zahtjevima za odmorima najrizičnijega režima (crveni) i mogućnostima izvedbe odmorišta na terenu na razini mikrolokacije; (3) obavijesnu ploču na svakom odmorištu kojom se za pojedini režim svladavanja određuje jedna od dviju aktivnosti: »prolazak bez stajanja« ili »odmor«, pri čemu je u slučaju nužnoga odmora na ploči označeno i trajanje odmora u minutama (Martinić i dr. 2015).

Tablica 6. Kategorije zahtjevnosti staze Podgarić – Garić-grad s rasponom veličine rizika i preporukama

Table 6 Categories of demands for the trail Podgarić – Garić Town with a range of risk levels and recommendations

Kategorija zahtjevnosti Category of demands	Rizik Risk	Vrijednost Value	Sugerirani broj odmora Recommended number of rests
1	2	3	4
Zelena Green	Mali Small	0–1	2 odmora 2 rests
Žuta Yellow	Umjereni ili srednji Moderate or medium	2–4	3 odmora 3 rests
Crvena Red	Pojačani ili veliki Amplified or high	5–10	6 odmora 6 rests

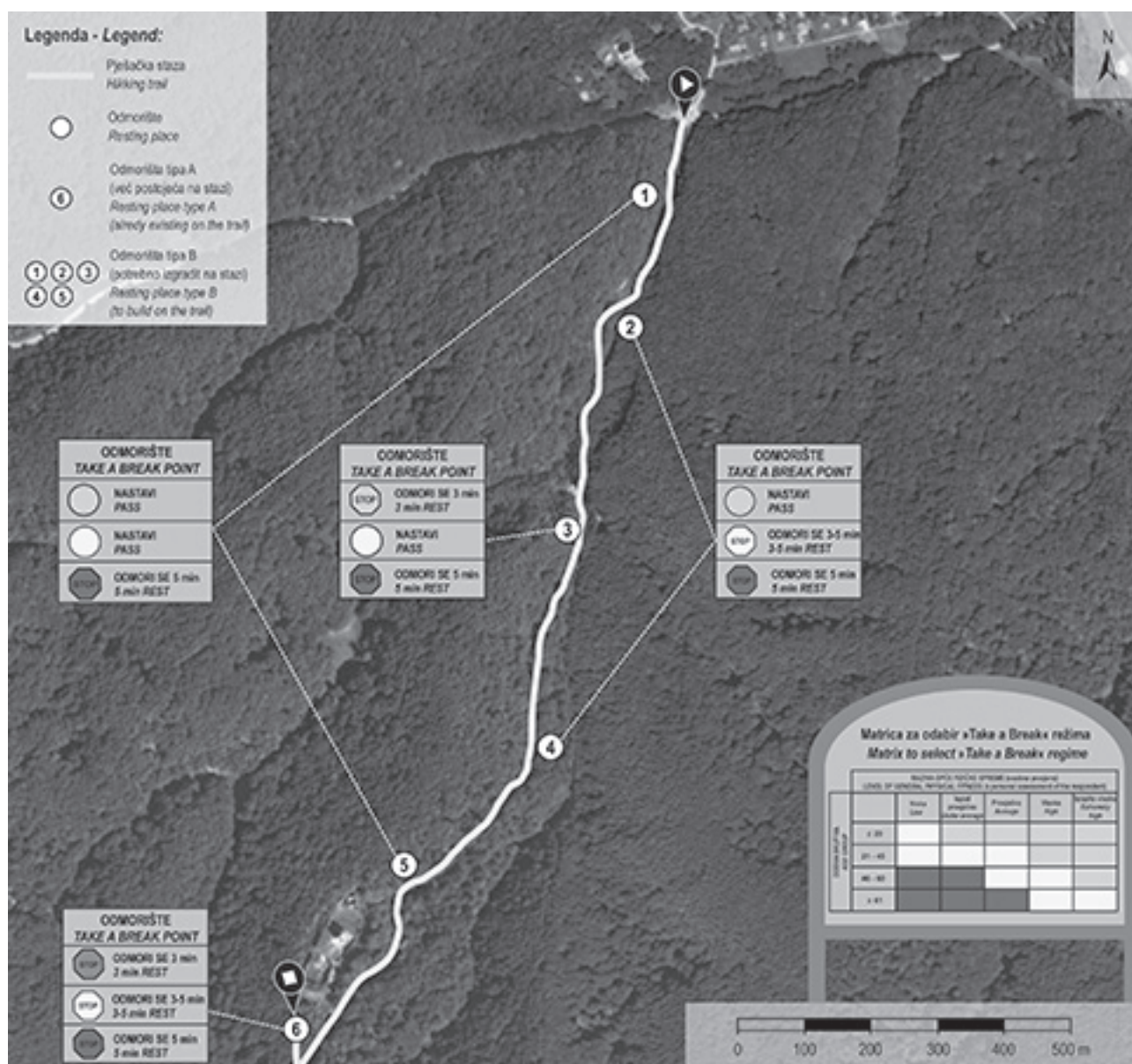
4. Rasprava i zaključci – Discussion and conclusions

Općenito gledano, nije moguće predvidjeti sve opasnosti i uz njih vezane rizike u zaštićenim po-

dručjima te kategorički tvrditi da su posjećivanje i rekreacija na otvorenom (engl. *outdoor*) iskustvo potpuno bez rizika. Opasnosti i uz njih vezan rizik uvijek postoje pri boravljenju u prirodi, pa tako i pri posjećivanju zaštićenih područja, a izazovi koji su stavljeni pred parkovne uprave odnose se na uravnoteženje zahtjeva posjetitelja s iskustvom koje je sigurno i ispunjavajuće. U upravljanju rizicima pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima u zaštićenim područjima primjer dobre prakse uključuje: (a) identifikaciju i prioritizaciju rizika; (b) implementaciju preventivnih mjera za smanjivanje rizika; (c) praćenje preventivnih mjera radi procjene njihove učinkovitosti; (d) kontrolu povratne informacije procjene rizika kako bi se ocijenio stupanj doživljenoga rizika.

Vodeći računa o sve većem broju posjetitelja starije životne dobi, drugi je, u sklopu rada, metodološki istražen proces određivanje fizičkoga opterećenja posjetitelja na pješačkoj stazi Podgarić – Garić-grad radi njihove kategorizacije, ponajprije u smislu zahtjevnosti za svladavanje, odnosno potrebnoga fizičkoga angažiranja posjetitelja. Svrha je prevenirati situacije koje mogu ugroziti zdravlje posjetitelja, npr. prekomjerno fizičko opterećenje zbog nerazmjera fizičke kondicije i opterećenja kojim je posjetitelj izložen pri svladavanju staze. Na temelju provedenoga istraživanja i dobivenih rezultata izvode se ovi zaključci:

- Nalazi usporedbe vrijednosti rizika određenoga na osnovi terenskih mjerenja i onih određenih samoocjenom fizičke spremnosti (kondicije) potvrdili su da je samoocjenu fizičke spremnosti moguće prihvatiti kao vjerodostojan inputni element za izbor režima svladavanja pješačkih staza.
- Dizajnirana shema programiranoga odmaranja (shema TaB) za smanjenje rizika fizičkoga (pre)opterećenja pri svladavanju pješačkih staza početni je korak uspostave sustava upravljanja rizicima posjetitelja u zaštićenim područjima prirode u Hrvatskoj.
- Temelje sheme TaB čini mogućnost izbora među trima režimima svladavanja staze, pri čemu se izbor režima temelji na matrici koja obuhvaća četiri dobne skupine i pet razina opće fizičke spremne posjetitelja.
- U skladu s dizajniranom shemom TaB potrebno je postaviti infotablu vezano uz shemu s »health semaforima« duž čitave staze, te infotablu na početku staze s (a) navedenim osnovnim obilježjima staze (dužina, razlika nadmor-



Slika 3. Sheme programiranoga odmaranja za svladavanje pješačke staze Podgarić – Garić-grad

Fig. 3 Take a Break scheme for a successful hike of Podgarić – Garić Town trail

ske visine i sl.) te (b) s informacijama o fizičkoj zahtjevnosti staze.

Rezultati ovoga, ali i prethodnih istraživanja (Martinić i dr. 2008, Martinić 2010, Martinić i dr. 2015), pokazuju kako u zaštićenim područjima, ali i izvan njih postaje nužno u sustav upravljanja posjetiteljima uvrstiti edukacijske, informativne i tehničke mjere vezano uz smanjenje zdravstvenih rizika pri posjećivanju. Ključ uspjeha leži u razvijanju kulture sigurnosti pri čemu je bitno da uprave odgovornih institucija pripreme plan upravljanja rizicima pri po-

sjećivanju. Pritom je važno da se korisnicima staza na razumljiv način pruže cjelovite informacije o razini preostalog rizika kod određene aktivnosti. Ako postoje vizualno istaknute informacije o postojećim rizicima uz određenu aktivnost (npr. pješčenje ili planinarenje), na posjetitelju je da samostalno sagleda zahtjeve takve aktivnosti i odvagane, odnosno da odluči ima li dostatne vještine i psihofizičku spremnost (kondiciju, vitalnost, mentalnu stabilnost) za upuštanje u aktivnost.

5. Literatura – References

- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, M. van den Belt, 1997: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253–260.
- Department of Conservation & Land Management, Western Australia (WACALM), 1997: Policy Statement No. 53, Visitor Risk Management, 1–9.
- Forrester, J. D., C. P. Holstege, 2009: Injury and illness encountered in Shenandoah National Park. *Wilderness Environ Med.*, 20(4): 318–326.
- Galić, F., 2017: Sigurnost i fizičko opterećenje posjetitelja na pješačkoj stazi »Podgarić – Garić-grad« u regionalnom parku Moslavačka gora. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–32.
- Grandjean, E., 1980: Fitting the Task to the Man: An ergonomic approach. Taylor and Francis Ltd. London, 205 p.
- Heimer, S., B. Matković, R. Medved, V. Medved, E. Žučkin, G. Oreb, 1997: Praktikum kineziološke fiziologije. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb, 168 str.
- Kettunen, M., P. ten Brink (eds.), 2013: Social and Economic Benefits of Protected Areas: An assessment guide. Routledge, Adbingdon, UK, 263 p.
- Martinić, I., M. Kosović, I. Grginčić, 2008: Upravljanje rizicima pri posjećivanju i rekreacijskim aktivnostima u zaštićenim područjima prirode. *Šumarski list*, 132 (1–2): 33–42.
- Martinić, I., 2010: Upravljanje zaštićenim područjima prirode – planiranje, razvoj i održivost. Šumarski fakultet Zagreb, 367 str.
- Martinić, I., M. Landekić, M. Bakarić, D. Marguš, A. Jurković, 2015: Smanjenje opterećenja posjetitelja na pješačkim stazama u zaštićenim područjima primjenom sheme programiranog odmaranja. *Šumarski list*, 139(5–6): 233–244.
- Nohl, J., 1989: Verfahren zur Sicherheitsanalyse. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Northern Territory Parks and Wildlife Commission, 1995: Risk Management Strategy. PWCNT, Darwin.
- Physical Activity and Health, 1999: Chapter 4 – The Effects of Physical Activity on Health and Disease. A report of the surgeon general. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Nutrition and Physical Activity, 85–151 p.
- Physical Activity Guideline Advisory Committee (PAGAC), 2008: Physical activity guideline advisory committee report. U.S. Department of Health and Human Services, Washington, DC, 683 p.
- Stephens, B. D., D. S., Diekema, E. J., Klein, 2005: Recreational injuries in Washington state national parks. *Wilderness Environ Med.*, 16(4):192–197.
- Stock, G. M., B. D., Collins, D. J., Santaniello, V. L., Zimmer, G. F., Wiczorek, J. B., Snyder, 2012: Historical rock falls in Yosemite National Park (1857–2011). U.S. Geological Survey Open-File Report (in review), 1–24.
- Stolton, S., N. Dudley, B. Avcioglu Çokçalışkan, D. Hunter, K. Z. Ivanić, E. Kanga, M. Kettunen, Y. Kumagai, N. Maxted, J. Senior, M. Wong, K. Keenleyside, D. Mulroney, J. Waithaka, 2015: Values and benefits of protected areas. In: G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, I. Pulsford (eds.): Protected Area Governance and Management, ANU Press, Canberra, Australia, 145–168 p.
- Wolf, L. K., 2008: City Trees, Nature, and Physical Activity: A Research Review. *Arborist News*, 17(1): 1–3.
- World Wildlife Fund (WWF), 2010: Vital Sites: The contribution of protected areas to human health. A research report by WWF and Equilibrium Research, 1–105 p.
- ***<https://sites.google.com/site/moslavackagora/home>
- ***https://hr.wikipedia.org/wiki/Moslava%C4%8Dka_gora
- Development of a Take a Break Scheme on the Hiking Trail »Podgarić-Garić Town« in Moslavačka Gora Regional Park

Abstract

Development of a Take a Break Scheme on the Hiking Trail »Podgarić-Garić Town« in Moslavačka Gora Regional Park

The first part of the paper explains the connection between visits to protected areas of nature and the circumstances to which visitors are exposed, regarding safety and physical strain, during their stay and sightseeing. It is stated that the use of park infrastructure, especially hiking trails, requires increased attention and physical engagement of visitors (especially due to length, longitudinal slope, altitude, etc.) in order to avoid undesirable consequences for visitors and for the protected area management. For assessing the risk of physical (over)load in hiking the Podgarić – Garić Town trail, heart rate method was applied to a quota sample of respondents using the Garmin Forerunner 910XT and BOSS DB-3 metronome. The degree of physical load and the associated level of general physical fitness were determined for each respondent based on the percent increase in heart rate during trail hiking. Within the research results, an optimal risk assessment matrix was selected and a »Take a Brake« scheme was developed, by which a regime for trail hiking was recommended to each respondent, based on age group and self-defined physical fitness. The regime included the type and number of resting points and the duration of the break/rest in minutes.

Keywords: protected area, visiting, risk management, physical strain, hiking trail

Adrese autorâ – Authors' address:

Doc. 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

Franjo Galić, mag. ing. silv.
e-pošta: jogy299@gmail.com
Ruškovica 17
44 316 Velika Ludina
HRVATSKA

Primljeno (Received): 11. 7. 2018.

Prihvaćeno (Accepted): 20. 9. 2018.

*Glavni autor – Corresponding author

Uzročnik crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u šumskim kulturama običnoga (*Pinus sylvestris* L.) i crnoga bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na području šumarija Pazin i Đurđevac

Jelena Kranjec Orlović, Lara Milošić, Antonija Kolar, Marko Boljfečić, Marko Vucelja, Danko Diminić

Nacrtak – Abstract

Crvena pjegavost uzrokovana patogenom *Dothistroma* spp. smatra se jednom od najvažnijih mikoza borovih iglica u svijetu zbog svoje rasprostranjenosti u različitim područjima i zbog pridolaska na velikom broju vrsta i podvrsta roda *Pinus*. U Republici Hrvatskoj prvi je put uočena na crnom boru u okolici Slavonskoga Broda 1963. godine, odakle se proširila i u druga kontinentalna i obalna područja te je otkrivena na više vrsta borova (*Pinus* spp.), ali zasad postoji malo podataka o njezinoj distribuciji te osjetljivosti različitih domaćina. U ovom je istraživanju provedeno skupljanje i analiza simptomatičnih iglica crnoga i običnoga bora na području šumarija Pazin i Đurđevac tijekom 2015. i 2016. godine radi utvrđivanja brojnosti i stupnja zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. te prisutnosti drugih vrsta potencijalno patogenih gljiva. Istraživanje je potvrdilo uzročnika bolesti, patogena *Dothistroma* spp., kao dominantnoga na istraživanim iglicama. Prema dobivenim rezultatima patogeneza se crvene pjegavosti borovih iglica te biologija uzročnika u Republici Hrvatskoj poklapaju s onima opisanim u drugim zemljama sličnih ili jednakih klimatskih prilika, iako postoje određene razlike između dvaju istraživanih područja i domaćina, pri čemu se crni bor pokazao osjetljivijom vrstom.

Ključne riječi: *Dothistroma*, *acervuli*, zrelost plodišta, obični bor, crni bor, šumske kulture

1. Uvod – Introduction

Vrste roda *Pinus* važne su kao pionirske vrste široke ekološke valencije s obzirom na pedološke prilike, pri čemu mogu poboljšati svojstva tla i pripremiti ga za pridolazak klimatogenih vrsta drveća, istodobno pružajući gospodarsku vrijednost i općekorisne funkcije, zbog čega se u Republici Hrvatskoj učestalo koriste pri pošumljavanju degradiranih staništa (Matić i dr. 1997). Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold) često je upotrebljavana vrsta prilikom pošumljavanja sredozemnoga krša u Republici Hrvatskoj (Matić i dr. 2011), ali i kontinentalnih područja, gdje se koristi uz obični bor (*Pinus sylvestris* L.), kao primjerice u posebnom rezervatu Đurđevački peski (Kranjčev 1996). Osim navedenih koristi koje pružaju te su vrste borova kao ukrasno drveće

često sastavni dio urbanih područja u kojima ispunjavaju različite socijalne funkcije, poput estetske, zdravstvene, rekreacijske i turističke.

Istodobno su vrste roda *Pinus* domaćini pogodni za razvoj različitih bolesti uzrokovanih parazitskim gljivama koje svojim djelovanjem mogu usporiti ili prekinuti fiziološke procese u stablima te time umanjiti dobrobiti koje te vrste drveća pružaju. Takva je bolest i crvena pjegavost borovih iglica, čiji je uzročnik patogena gljiva koja je u prošlosti bila poznata kao *Mycosphaerella pini* Rostr. ex Munk (telemorfni stadij) ili *Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet (anamorfni stadij), dok se u novije vrijeme imenuje kao *Dothistroma* spp. jer je molekularnom analizom DNK otkriveno kako se unatoč jednakim simptomima na zaraženim stablima i

jednakim morfološkim značajkama radi o dvjema različitim gljivama, pri čemu je novootkrivenoj vrsti u anamorfnom stadiju dodijeljen naziv *Dothistroma pini* Hulbary, a telemorfni stadij još uvijek nije poznat (Barnes i dr. 2004).

Crvena se pjegavost smatra jednom od najvažnijih mikoza borovih iglica u svijetu zbog svoje rasprostranjenosti u različitim zemljopisnim područjima i pridolaska na velikom broju vrsta i podvrsta roda *Pinus* (Drenkhan i dr. 2016). Posljedice koje uzrokuje su nekroza i prijevremeno osipanje iglica, što smanjuje asimilacijske sposobnosti stabala, a time i debljinskoga i visinskoga prirasta te u konačnici do fiziološkoga slabljenja i odumiranja jer je bolest kroničnoga karaktera. Napadnute mogu biti iglice svih dobi, a kako se bolest na zaraženim borovima javlja svake godine, širi se na sve veći dio krošnje, ali i na sve više stabala (Gibson 1972, Glavaš 1999). U Republici Hrvatskoj bolest je prvi put utvrđena 1963. godine na crnom boru u okolici Slavonskoga Broda odakle se proširila i u druga kontinentalna i obalna područja te je otkrivena na više vrsta borova (*Pinus mugo* Turra, *P. ponderosa* Douglas ex C. Lawson, *P. strobus* L., *P. densiflora* Siebold et Zucc. i *P. sylvestris* L.), iako su najveće štete zabilježene na crnom boru u šumskim kulturama (Milatović 1976). Bolest se također javlja na mladim borovim sadnicama u rasadnicima, nasadima i u parkovima na pojedinačnim stablima ili u njihovim grupama (Glavaš 1999).

Iako bolest može biti letalna te uzrokovati ozbiljnu ekonomsku i ekološku štetu, dosad je u Republici Hrvatskoj provedeno samo nekoliko istraživanja njezine rasprostranjenosti i biologije (Milatović 1976, Diminić 2001). Stoga je cilj ovoga istraživanja bio provjeriti prisutnost i stupanj razvoja uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica u dvama vege-

tacijskim razdobljima (jesen i proljeće) i na dvama različitim domaćinima koji se često koriste pri pošumljavanju u Republici Hrvatskoj (*Pinus nigra* i *Pinus sylvestris*), te utvrditi jesu li na simptomatičnim iglicama prisutne i druge vrste potencijalno patogenih gljiva koje bi također mogle sudjelovati u stvaranju šteta na borovima. Svrha je bila dobiti dodatni uvid u biologiju i trenutačnu rasprostranjenost *Dothistroma* spp. te osjetljivost pojedine vrste roda *Pinus*, što u budućnosti može pridonijeti optimizaciji procesa planiranja i provedbe mjera integrirane zaštite borovih sastojina i kultura.

2. Materijal i metode istraživanja *Research material and methods*

Skupljanje uzoraka simptomatičnih iglica sa zaraženih borovih stabala provedeno je u jesen 2015. te u proljeće 2016. godine u kulturama običnoga i crnoga bora na lokalitetima Novaki Pazinski na području Šumarije Pazin (UŠP Buzet) i u park-šumi Borik (Đurđevački peski) na području Šumarije Đurđevac (UŠP Koprivnica). Za svaku lokaciju, vrstu bora i vrijeme uzorkovanja analiziran je određeni broj nasumično odabranih iglica primjenom makroskopskih i mikroskopskih metoda (tablica 1).

Svaka je iglica promatrana stereomikroskopom (Motic SMZ 168 – TLED) pri uvećanju 25 puta do 50 puta pri čemu su prebrojena sva prisutna plodišta *Dothistroma* spp., procijenjena zrelost utvrđenih plodišta te zabilježena prisutnost drugih vrsta patogenih ili potencijalno patogenih gljiva. Vrste gljiva uočene promatranjem stereomikroskopom determinirane su dodatnim promatranjem pripadajućih spora svjetlosnim mikroskopom (Olympus BX 41) pri uvećanju 100 puta do 400 puta. Na isti je način za svaku analiziranu iglicu potvrđena prisutnost

Tablica 1. Broj analiziranih iglica s obzirom na vrijeme i lokaciju uzorkovanja te na vrstu bora

Table 1 Number of analysed needles regarding sampling period and location and pine species involved

Vrijeme uzorkovanja Sampling period	Lokacija uzorkovanja Sampling location	Vrsta bora Pine species	Broj analiziranih iglica Number of analysed needles
Jesen 2015. (rujan) Autumn 2015. (September)	Novaki Pazinski	<i>Pinus nigra</i>	99
Jesen 2015. (listopad) Autumn 2015. (October)	Borik	<i>Pinus sylvestris</i>	100
Proljeće 2016. (svibanj) Spring 2016. (May)	Novaki Pazinski	<i>Pinus nigra</i>	100
	Borik	<i>Pinus sylvestris</i>	113
		<i>Pinus nigra</i>	87

Dothistroma spp. (temeljem jednoga mikroskopskog preparata) te utvrđena zrelost onih plodišta za koja je to bilo nemoguće utvrditi promatranjem stereomikroskopom na manjim uvećanjima.

Plodna su tijela, s obzirom na stupanj zrelosti, razvrstana kao:

- nerazvijena (plodište je zatvoreno, nisu vidljive spore ni konidiogene stanice)
- polurazvijena (plodište je zatvoreno ili otvoreno, vidljive su spore u razvoju i konidiogene stanice)
- razvijena (plodište je otvoreno, vidljive su razvijene spore)
- prazna (plodište je otvoreno, spore nisu prisutne) (Devčić Buzov 2009).

Podaci o broju i stupnju zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama statistički su obrađeni u programskom paketu StaSoft. Inc. (2011) STATISTICA version 10. Za usporedbu grupa uzoraka korišten je neparametrijski Mann–Whitneyjev *U*-test.

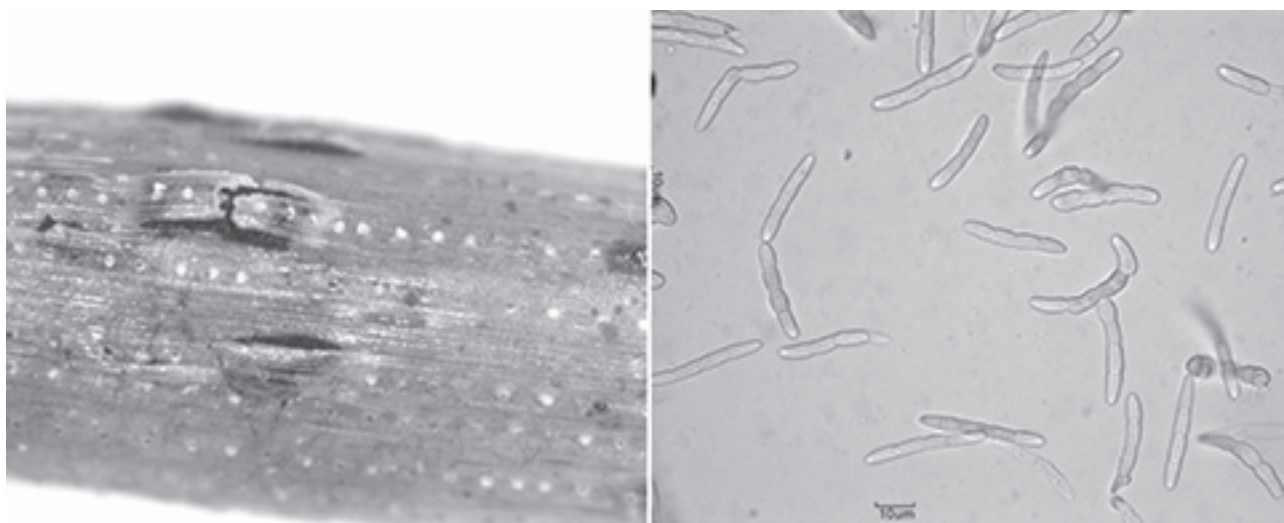
3. Rezultati istraživanja *Research results*

Makroskopskim pregledom iglica i analizom mikroskopskih preparata uočenih plodišta i pripadajućih spora na iglicama s obje istraživane lokacije i vrste borova utvrđeni su acervuli i konidije koje prema morfološkim obilježjima (EPPO 2015) pripadaju anamorfnom stadiju uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) (slika 1). Plodišta

(periteciji) i spore (askospore) svršenoga stadija nisu pronađeni u ovom istraživanju. *Dothistroma* spp. je bila dominantno prisutna gljiva na uzorkovanim iglicama, dok su ostale vrste potencijalno patogenih gljiva zabilježene u malom broju.

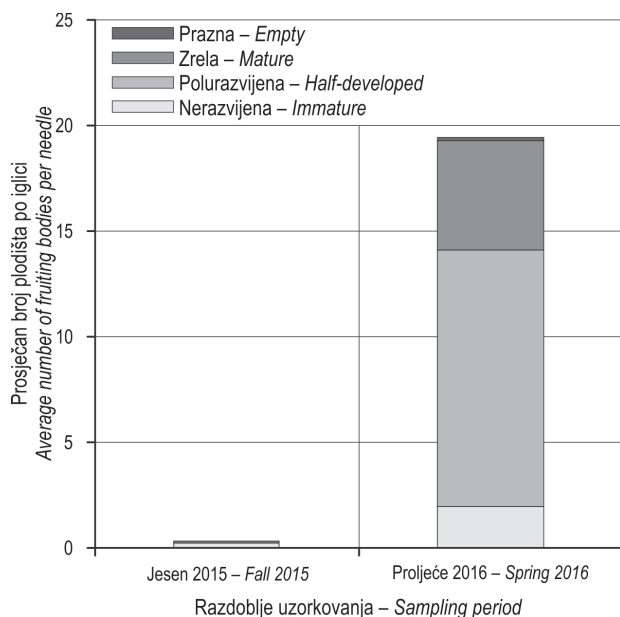
3.1 Prisutnost uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na crnom boru na lokalitetu Novaki Pazinski – *Presence of red band needle blight causative agent (Dothistroma spp.) on Austrian pine in Novaki Pazinski*

Na iglicama crnoga bora skupljenim u rujnu 2015. godine na lokalitetu Novaki Pazinski zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u obliku klorotičnih pjega žute do crvene boje na manjem broju iglica. Na 83 % iglica nije zabilježena prisutnost plodišta *Dothistroma* spp., a na preostalim su iglicama utvrđena većinom nerazvijena plodišta (19 od ukupno 22 prisutna), s maksimalnim brojem od tri plodišta na jednoj iglici. Na uzorcima skupljenim u svibnju 2016. godine na istom lokalitetu zabilježeni su uznapredovali simptomi bolesti: mrtve i suhe iglice s prisutnim crveno-smeđim prstenovima. Na svim su iglicama zabilježena plodišta *Dothistroma* spp., njih ukupno 1951 (1219 polurazvijenih, 520 razvijenih, 191 nerazvijeno te 21 prazno) s prosječno 19, a maksimalno 54 plodišta po iglici (slika 2). Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa pokazali su kako postoji statistički značajna razlika u broju plodišta u svim stupnjevima zrelosti između uzoraka iglica skupljenih u jesenskom i proljetnom razdoblju (tablica 2).



Slika 1. Plodišta (lijevo) i spore (desno) uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.)

Fig. 1 Fruiting bodies (left) and spores (right) of red band needle blight (*Dothistroma* spp.)



Slika 2. Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama crnoga bora na lokalitetu Novaki Pazinski

Fig. 2 Average number and maturity of fruiting bodies on Austrian pine needles in Novaki Pazinski

3.2 Prisutnost uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na običnom boru u park-šumi Borik – Presence of red band needle blight causative agent (*Dothistroma* spp.) on Scots pine in park forest Borik

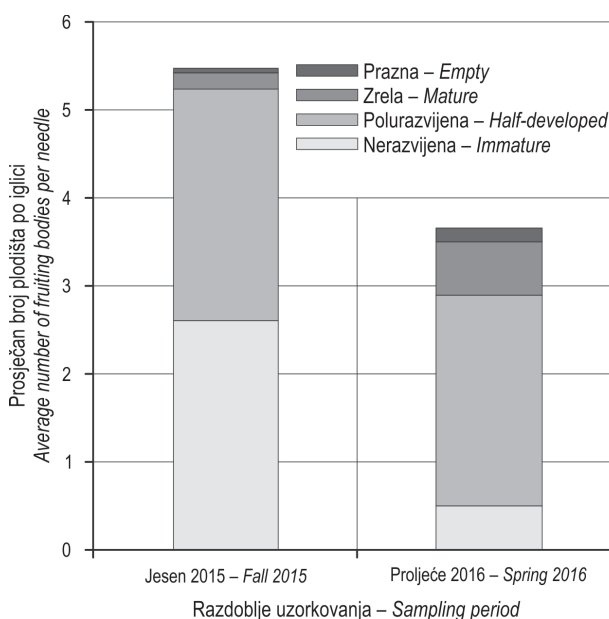
Na iglicama običnoga bora skupljenim u listopada 2015. godine u park-šumi Borik, kao i na prethodno opisanoj lokaciji, zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) u obliku klorotičnih pjega na starijim i mlađim iglicama. Zabilježeno je 46 % iglica bez plodišta *Dothistroma* spp., a na ostalim iglicama utvrđeno je ukupno 541 plodište (259 nerazvijenih, 259 polurazvijenih, 20 zrelih i tri prazna), s prosječnim brojem od pet, a maksimalnim od 54 plodišta po iglici. Na uzorcima običnoga bora skupljenim u proljeće 2016. godine zabilježeni su uznapredovali simptomi bolesti, odumrli gornji dio iglice ili čak čitave suhe iglice s izraženim crveno-smeđim prstenovima. Unatoč tomu zabilježeno je 33 % iglica bez plodišta *Dothistroma* spp., a na ostalim iglicama utvrđeno je ukupno 414 plodišta (58 nerazvijenih, 268 polurazvijenih, 69 zrelih i 19 praznih). Prosječno su utvrđena četiri, a maksimalno je bilo 30 plodišta po iglici (slika 3). Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa pokazali su kako nema statistički značajne razlike u ukupnom broju plodišta na iglicama između jesenskih i proljet-

Tablica 2. Rezultati Mann-Whitneyjeva *U*-testa za usporedbu proljetnih i jesenskih uzoraka iglica crnoga bora s lokaliteta Novaki Pazinski prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

Table 2 Results of Mann-Whitney *U*-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between spring and autumn Austrian pine needle samples from Novaki Pazinski

Varijabla Variable	Mann-Whitneyjev <i>U</i> -test prema varijabli razdoblje uzorkovanja, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann-Whitney <i>U</i> -test by variable Sampling period, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,000001
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,000001
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,000001
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	0,000397

nih uzoraka ($p=0,406767$), ali kako postoji statistički značajna razlika u broju nerazvijenih, razvijenih i praznih plodišta između uzoraka iglica skupljenih u jesenskom i proljetnom razdoblju (tablica 3).



Slika 3. Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama običnoga bora u park-šumi Borik

Fig. 3 Average number and maturity of fruiting bodies on Scots pine needles in park forest Borik

Tablica 3. Rezultati Mann–Whitneyjeva *U*-testa za usporedbu proljetnih i jesenskih uzoraka iglica običnoga bora iz park-šume Borik prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

Table 3 Results of Mann–Whitney *U*-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between spring and autumn Scots pine needle samples from park forest Borik

Varijabla Variable	Mann–Whitneyjev <i>U</i> -test prema varijabli razdoblje uzorkovanja, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann–Whitney <i>U</i> -Test by variable Sampling period, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,000064
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,064684
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,000012
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	0,001463

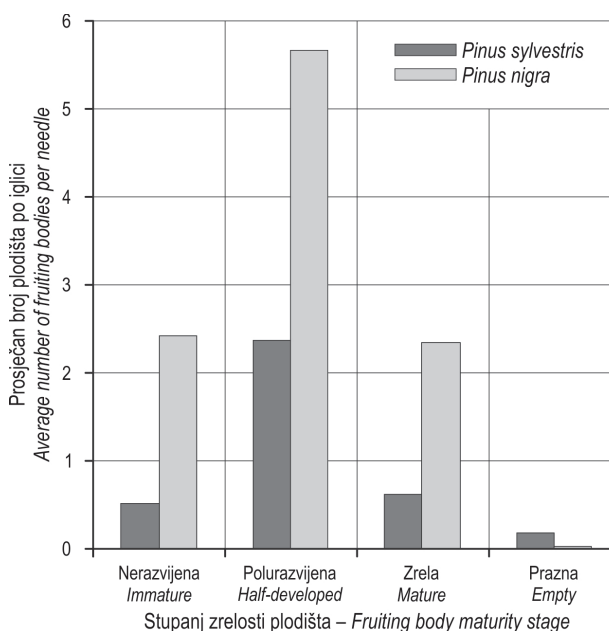
3.3 Usporedba prisutnosti uzročnika crvene pjegavosti borovih iglica (*Dothistroma* spp.) na običnom i crnom boru u park-šumi Borik – Comparison of presence of red band needle blight causative agent (*Dothistroma* spp.) on Scots and Austrian pine in park forest Borik

U park-šumi Borik u svibnju 2016. godine, osim iglica običnoga bora, uzorkovane su i iglice crnoga bora na kojem su zamijećeni simptomi crvene pjegavosti. Na iglicama crnoga bora zabilježeno je ukupno 907 plodišta (210 nerazvijenih, 492 polurazvijena, 204 zrela i jedno prazno), s prosječno 10 te maksimalno 38 plodišta *Dothistroma* spp. po iglici. Mann–Whitneyjev *U*-test pokazao je kako postoji statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta na iglicama između crnoga i običnoga bora ($p < 0,000001$). Rezultati istoga testa, provedena za usporedbu brojnosti plodišta u različitim stupnjevima zrelosti na običnom i crnom boru, upućuju na statistički značajnu razliku u broju polurazvijenih i razvijenih plodišta između dviju navedenih biljnih vrsta, pri čemu je njihova brojnost na crnom boru veća (slika 4, tablica 4).

3.4 Prisutnost drugih vrsta patogenih gljiva na iglicama običnoga i crnoga bora – Presence of other pathogenic fungi on Scots and Austrian pine needles

Od drugih vrsta potencijalno patogenih gljiva na borovim iglicama na običnom su boru utvrđene *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall i

Cyclaneusma sp. DiCosmo, Peredo et Minter, dok su na crnom boru uz navedene dvije vrste zabilježene još i *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et B. Sutton i *Truncatella hartigii* (Tubef) Steyaert. Sve su nabrojene vrste utvrđene na malom broju iglica, samo 8 % u odnosu na ukupan broj svih analiziranih (slika 5).



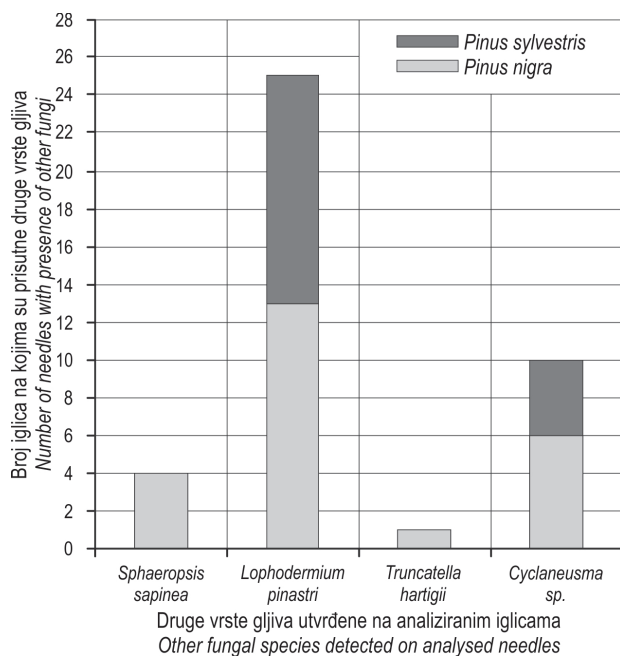
Slika 4. Brojnost i zrelost plodišta *Dothistroma* spp. na iglicama običnoga i crnoga bora skupljenim u svibnju 2016. godine u park-šumi Borik

Fig. 4 Average number and maturity of *Dothistroma* spp. fruiting bodies on Scots and Austrian pine needles sampled in May 2016 in park forest Borik

Tablica 4. Rezultati Mann-Whitneyjeva U-testa za usporedbu proljetnih uzoraka iglica običnoga i crnoga bora iz park-šume Borik prema broju plodišta različitih stupnjeva zrelosti

Table 4 Results of Mann-Whitney U-test for comparison of number of fruiting bodies in different maturity stages between Scots and Austrian pine needles sampled in spring in park forest Borik

Varijabla Variable	Mann-Whitneyjev U-test prema varijabli vrsta bora, signifikantnost kod $p < 0,05$ Mann-Whitney U-Test by variable Pine species, significant at $p < 0.05$
Nerazvijena plodišta Immature fruiting bodies	0,449474
Polurazvijena plodišta Half-developed fruiting bodies	0,009729
Razvijena plodišta Mature fruiting bodies	0,001199
Prazna plodišta Empty fruiting bodies	1,000000



Slika 5. Broj iglica običnoga i crnoga bora na kojima su zabilježene druge vrste patogenih gljiva osim *Dothistroma* spp.

Fig. 5 Number of Scots and Austrian pine needles with presence of other species of pathogenic fungi besides *Dothistroma* spp.

4. Rasprava – Discussion

Na oboljelim borovim stablima tijekom jesenskoga skupljanja uzoraka (rujan i listopad) na objema istraživanim lokacijama zabilježeni su početni simptomi crvene pjegavosti koji nisu u potpunosti karakteristični samo za ovu bolest te nisu pouzdan znak identifikacije uzročnika *Dothistroma*

spp. jer ih mogu izazvati i neke druge vrste gljiva (*Lecanosticta acicola* /Thüm./ Syd., *Cercoseptoria pini-densiflorae* /Hori et Nambu/ Deighton) ili drugi abiotički i biotički čimbenici (Pehl i Wulf 2001). Na izbojcima su bile prisutne samo mlađe iglice (ovogodišnje do dvogodišnje) na kojima su uglavnom zabilježene klorotične žuto-smeđe pjege, u većem intenzitetu na lokalitetu Novaki Pazinski. Na izbojcima uzorkovanim u proljeće (svibanj 2016) na objema istraživanim lokacijama primijećen je napredak simptoma u obliku karakterističnih crveno-smeđih prstenova na potpuno ili djelomično suhim i smeđim jednogodišnjim iglicama, dok su one najmlađe bile vizualno zdrave, a one starije prijevremeno otpale s izbojka, što odgovara patogenezi crvene pjegavosti borovih iglica opisanoj u drugim zemljama (Gadgil 1984, Timmerman 2011).

Na lokalitetu Novaki Pazinski utvrđena je statistički značajna razlika u ukupnoj brojnosti i brojnosti prema stupnju zrelosti plodišta *Dothistroma* spp. između jesenskih i proljetnih uzoraka iglica crnoga bora. U rujnu 2015. godine na uzorku od 99 iglica izbrojena su samo 22 plodišta, od kojih čak njih 19 nerazvijenih, što znači da su bila u početnoj fazi razvoja, bez prisutnih konidiogenih stanica i samih konidija, dok su u proljeće (svibanj 2016) na svim iglicama nađena većinom polurazvijena (62 %) i razvijena (27 %) plodišta, dakle pretežno ona s djelomično ili potpuno razvijenim infektivnim sporama, što upućuje na visok infekcijski potencijal te prema tome i mogućnost novih zaraza iglica istoga stabla ili susjednih stabala u tom razdoblju godine. Dobiveni se rezultati poklapaju s poznatom biologijom gljive u Republici Hrvatskoj (Glavaš 1999) i u svi-

jetu (Mullet 2014, Drenkhan i dr. 2016), prema kojoj je na sjevernoj Zemljinoj hemisferi glavno razdoblje razvoja plodišta i spora te ostvarenja infekcija između ožujka i lipnja (kolovoza), dakle u proljeće i ljeto, dok se plodišta počinju razvijati u jesen i tijekom zime.

U park-šumi Borik nije utvrđena statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta *Dothistroma* spp. između jesenskih i proljetnih uzoraka iglica običnoga bora, već u brojnosti plodišta promatrajući samo pojedine kategorije stupnja zrelosti, gdje se pokazalo kako su na uzorcima skupljenim u listopadu 2015. godine statistički brojnija bila nerazvijena plodišta, dok su na uzorcima skupljenim u svibnju 2016. godine statistički brojnija bila zrela i prazna plodišta. Statistički značajna razlika nije utvrđena u brojnosti polurazvijenih plodišta koja su u relativno velikom broju nađena na iglicama uzorkovanim u jesenskom (259) i proljetnom (268) razdoblju. Dobiveni se podaci također uklapaju u općeniti opis biologije gljive gdje u jesen započinje, a u proljeće kulminira razvoj plodišta i otpuštanje spora na zaraženim iglicama. Međutim, u usporedbi s prethodno navedenom lokacijom Novaki Pazinski, na običnom boru u park-šumi Borik već je u jesen prisutan značajan broj plodišta ne samo u početnoj fazi razvoja (nerazvijena) već i plodišta s djelomično razvijenim sporama (polurazvijena) koja, uz povoljne klimatske prilike koje omogućuju brzo sazrijevanje, otpuštanje i klijanje prisutnih spora, mogu izazvati masovnu zarazu i prije proljeća (Gilmour 1981, Karadžić 1989). S druge strane, na navedenoj lokaciji i domaćinu u proljeće je zamijećen manji ukupni broj plodišta u odnosu na crni bor u Novakima Pazinskim. Veća brojnost plodišta na iglicama običnoga bora u jesen, statistički jednaka onoj na proljetnim uzorcima, najvjerojatnije je posljedica nešto kasnijega uzorkovanja (provedeno u listopadu u odnosu na uzorkovanje crnoga bora provedeno u rujnu), ali, kao i razlika u brojnosti plodišta u proljeće, može biti uzrokovana i stanišnim, posebice klimatskim prilikama karakterističnim za pojedini istraživani lokalitet (Woods i dr. 2005, 2016) te u još većoj mjeri vrstom, odnosno osjetljivošću napadnutoga domaćina, što se u dosadašnjim istraživanjima pokazalo značajnim čimbenikom koji utječe na razvoj bolesti (Fraser i dr. 2016a, Rodas i dr. 2016).

Usporedbom uzoraka iglica običnoga i crnoga bora skupljenih u isto vrijeme (svibanj 2016) te na istom lokalitetu (park-šuma Borik) utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika u ukupnom broju plodišta *Dothistroma* spp. između dvaju navedenih domaćina, ali i brojnosti plodišta promatrajući kate-

gorije stupnja zrelosti koje se odnose na polurazvijena i razvijena plodišta. Pritom su navedene kategorije plodišta koja sadrže djelomično ili potpuno razvijene infektivne spore značajno brojnija kod crnoga bora, ukazujući na intenzivniji razvoj uzročnika bolesti na tom domaćinu u odnosu na obični bor u istim stanišnim uvjetima, što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima koja su potvrdila crni bor kao jednu od najviše osjetljivijih (Milatović 1976, Glavaš 1999), a obični bor kao jednu od najmanje osjetljivijih vrsta (Bednářová i dr. 2005, Fraser i dr. 2016b).

Ostale identificirane vrste gljiva utvrđene su na malom broju iglica, što potvrđuje *Dothistroma* spp. kao dominantnoga patogena običnoga i crnoga bora na istraživanim lokacijama. *Lophodermium pinastri* i *Cyclaneusma* sp. nađene su na oba domaćina, dok su *Truncatella hartigii* i *Sphaeropsis sapinea* utvrđene samo na crnom boru, koji se u Republici Hrvatskoj i smatra najosjetljivijom vrstom drveća na napad potonje vrste (Diminić 1994). Sve navedene gljive prema dosadašnjim spoznajama kategorizirane su kao oportunistički ili paraziti slabosti (Diminić i dr. 2004, Glavaš i Diminić 2011).

5. Zaključci – Conclusions

Prema dobivenim rezultatima patogeneza se crvene pjegavosti borovih iglica te biologija uzročnika u Republici Hrvatskoj poklapaju s onima opisanim u drugim zemljama sličnih ili istih klimatskih prilika, iako postoje određene razlike između dvaju istraživanih područja i domaćina. Na lokalitetu Pazinski Novaki na crnom boru bolest je značajno višega intenziteta u proljeće u odnosu na jesen, dok je u park-šumi Borik na običnom boru jednako prisutna u oba godišnja doba, tj. razdoblja uzorkovanja, iako u različitim razvojnim stadijima. Na dobivene rezultate djelomično utjecala činjenica da je uzorkovanje u park-šumi Borik provedeno kasnije, ali svakako i različiti stanišni uvjeti karakteristični za pojedini lokalitet te različiti domaćini na kojima je istraživanje provedeno, pri čemu se crni bor pokazao osjetljivijom vrstom, odnosno vrstom na kojoj bolest brže napreduje.

Takav snažan utjecaj vanjskih čimbenika na razvoj uzročnika bolesti upućuje na potrebu za dodatnim i kontinuiranim praćenjem *Dothistroma* spp., poglavito radi kroničnoga karaktera bolesti, odnosno dugoročne prisutnosti na zaraženim borovima te vrlo vjerojatnoga utjecaja klimatskih promjena na epidemiologiju bolesti u budućnosti. Podaci o patogenezi bolesti i biologiji uzročnika, pa tako i oni

dobiveni ovim istraživanjem, temelj su za donošenje odluka o ciljanim mjerama zaštite, predviđanje opsega bolesti u još nezaraženim područjima, kao i razmjera bolesti u budućim scenarijima klimatskih promjena.

Zahvala – Acknowledgement

Dio je istraživanja financiran sredstvima Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske u sklopu projekta »Integrirana zaštita šumskih ekosustava krša Hrvatske u promijenjenim klimatskim uvjetima«.

6. Literatura – References

- Barnes, I., P. W. Crous, B. D. Wingfield, M. J. Wingfield, 2004: Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. *Studies in Mycology*, 50(2): 551–565.
- Bednářová, M., D. Palovčíková, L. Jankovský, 2006: The host spectrum of *Dothistroma* needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup – new hosts of *Dothistroma* needle blight observed in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 52 (1): 30–36.
- Devčić Buzov, I., 2009: Parazitska gljiva *Mycosphaerella dearnessii* Barr na iglicama alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u G.J. Nin-Kožino, šumarija Zadar (*Parasitic fungus Mycosphaerella dearnessii* Barr on Aleppo pine / *Pinus halepensis* Mill./ needles in M.U. Nin-Kožino, forestry office Zadar). Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–106.
- Diminić, D., 1994: Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri (Contribution to understanding of mycoses in pine plantations in Istria). *Glasnik za šumske pokuse*, 30: 21–60.
- Diminić, D., B. C. Van Dam, B. Hrašovec, 2004: *Sphaeropsis sapinea*: The Cultural Characteristics of Isolates in Relation to Various Impacts on Pines in Croatia. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 39(4): 383–397.
- Drenkhan, R., V. Tomešová Haataja, S. Fraser, R. E. Bradshaw, P. Vahálík, M. S. Mullett, J. Martín-García, L. S. Bulman, M. J. Wingfield, T. Kirisits, T. L. Cech, S. Schmitz, R. Baden, K. Tubby, A. Brown, M. Georgieva, A. Woods, R. Ahumada, L. Jankovský, I. M. Thomsen, K. Adamson, B. Marçais, M. Vuorinen, P. Tsopelas, A. Koltay, A. Halasz, N. La Porta, N. Anselmi, R. Kiesnere, S. Markovskaja, A. Kačergius, I. Papazova-Anakieva, M. Risteski, K. Sotirovski, J. Lazarević, H. Solheim, P. Boroň, H. Bragança, D. Chira, D. L. Musolin, A. V. Selikhovkin, T. S. Bulgakov, N. Keča, D. Karadžić, V. P. Galovic, M. Markovic, L. Poljakovic Pajnik, V. Vasic, E. Ondrušková, B. Piškur, D. Sadiković, J. J. Diez, A. Solla, H. Millberg, J. Stenlid, A. Angst, V. Queloz, A. Lehtijärvi, H. T. Doğmuş-Lehtijärvi, F. Oskay, K. Davydenko, V. Meshkova, D. Craig, S. Woodward, I. Barnes, M. Cleary, 2016: Global geographic distribution and host range of *Dothistroma* species: a comprehensive review. *Forest Pathology*, 46(5): 408–442.
- EPPO, 2015: PM 7 / 46 (3) *Lecanosticta acicola* (formerly *Mycosphaerella dearnessii*), *Dothistroma septosporum* (formerly *Mycosphaerella pini*) and *Dothistroma pini*. EPPO Bulletin, 45: 163–182.
- Fraser, S., M. S. Mullett, S. Woodward, A. V. Brown, 2016b: Between-site and -year variation in the relative susceptibility of native Scottish *Pinus sylvestris* populations to *dothistroma* needle blight. *Plant Pathology*, 65(3): 369–379.
- Fraser, S., S. Woodward, A. Brown, C. G. Fossdal, 2016a: Inter- and intraspecific variation in susceptibility to *dothistroma* needle blight in Britain. How susceptible are *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*? *Forest Pathology*, 46(5): 534–546.
- Gadgil, P. D., 1984: *Dothistroma* needle blight. *Forest Pathology in New Zealand* No. 5, Forest Research Institute, New Zealand, 1–10.
- Gibson, I. A. S., 1972: *Dothistroma* blight of *Pinus radiata*. *Annual review of Phytopathology*, 10(1): 51–72.
- Gilmour, J. W., 1981: The effect of season on infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *European Journal of Forest Pathology*, 11(5/6): 265–269.
- Glavaš, M., D. Diminić, 2011: Bolesti šumskoga drveća (Diseases of forest trees). U: Šume hrvatskoga Sredozemlja, S. Matić (gl. ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 533–555.
- Glavaš, M., 1999: Gljivične bolesti šumskoga drveća (Fungal diseases of forest trees). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–281.
- Karadžić, D. M., 1989: *Scirrhia pini* Funk et Parker. Life cycle of the fungus in plantations of *Pinus nigra* Arn. in Serbia. *European Journal of Forest Pathology*, 19(4): 231–236.
- Kranjčev, R., 1996: Podravski pijesci danas – ekološko-biološke značajke (Podravina sands today – ecological and biological characteristics). *Šumarski list*, 120(9–10): 425–428.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1997: Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana (Afforestation, tending and regeneration as the basic prerequisites for an ecological, social and economic development of the mediterranean). *Šumarski list*, 121(9–10): 463–472.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, D. Drvodelić, V. Topić, S. Mikac, Z. Đurđević, 2011: Pošumljavanje krša hrvatskoga Sredozemlja. U: Šume hrvatskoga Sredozemlja, S. Matić (gl. ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 393–426.
- Mullet, M. S., 2014: The Epidemiology of *Dothistroma* Needle Blight in Britain. PhD Thesis, Imperial College London, 1–269.

Pehl, L., A. Wulf, 2001: Mycosphaerella – needle fungi on pines – symptoms, biology and differential diagnosis. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 53: 217–222.

Rodas, C. A., M. J. Wingfield, G. M. Granados, I. Barnes, 2016: *Dothistroma* needle blight: an emerging epidemic caused by *Dothistroma septosporum* in Colombia. *Plant Pathology*, 65(1): 53–63.

Timmerman, A. D., 2011: *Dothistroma* needle blight of pine. *NebGuide G2070*, University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2 p.

tute of Agriculture and Natural Resources, 2 p.

Woods, A. J., J. Martín García, L. Bulman, M. W. Vasconcelos, J. Boberg, N. La Porta, H. Peredo, G. Vergara, R. Ahumada, A. Brown, J. J. Diez, J. Stenlid, 2016: *Dothistroma* needle blight, weather and possible climatic triggers for the disease's recent emergence. *Forest Pathology*, 46(5): 443–452.

Woods, A., K. D. Coates, A. Hamann, 2005: Is an Unprecedented *Dothistroma* Needle Blight Epidemic Related to Climate Change? *BioScience*, 55(9): 76–769.

Abstract

Causative Agent of Red Band Needle Blight (Dothistroma spp.) in Forest Plantations of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and Austrian pine (Pinus nigra J. F. Arnold) in the Area of Forest Offices Pazin and Đurđevac

In Croatia pines are known and valued as pioneer tree species often used for afforestation of degraded habitats and are thus of a great ecological value, especially Austrian pine in Mediterranean karst area and often also the Scots pine in continental parts of the country. At the same time, these tree species are susceptible hosts for various fungal pathogens, one of them being *Dothistroma* spp., causative agent of red band needle blight. In this research symptomatic needles were collected from Austrian and Scots pine in autumn (September and October) 2015 and spring (May) 2016 in forest plantations at two localities, one maritime (Novaki Pazinski, forest office Pazin area) and one continental (park forest Borik, forest office Đurđevac area). Needles from each pine species, sampling area and sampling period were analysed for the number of present *Dothistroma* spp. fruiting bodies and their maturity. Occurrence of other fungi was also determined on the same needles. Results revealed statistically significant difference in number of fruiting bodies in all maturity stages (immature, half-developed, mature, empty) on Austrian pine needles in maritime location (Novaki Pazinski) between samples collected in September 2015 and ones collected in May 2016, with a total of 1951 fruiting bodies detected in spring and only 22 in autumn on the sample of 99 and 100 needles, respectively. As for the Scots pine at continental location (Borik), results showed that immature fruiting bodies were statistically more numerous in October 2015, whereas mature and empty ones were statistically more numerous in May 2016, with total numbers of fruiting bodies being similar, that is, without statistically significant difference (541 in autumn, 414 in spring). Given data are in accordance with generally reported pathogen biology from literature and previous research, and the difference between two locations is most probably the result of somewhat later sampling period for Scots pine in Đurđevac forestry office area, but also of different climatic conditions characteristic for each location and difference in susceptibility of researched hosts. This was also confirmed by comparison of acervuli number present on needles of Austrian and Scots pine from the same location (Borik) and collected in the same period (May 2016), which showed that half-developed and mature acervuli containing partially or fully developed infective conidia were statistically more numerous on Austrian pine. Other detected fungi were present on a small number of analysed needles (8%), *Lophodermium pinastri* and *Cyclaneusma* sp. on both pine species, and *Sphaeropsis sapinea* and *Truncatella hartigii* only on Austrian pine.

Keywords: *Dothistroma*, acervuli, fruiting bodies maturity, Austrian pine, Scots pine, forest plantations

Adrese autorâ – Authors' addresses:

dr. sc. Jelena Kranjec Orlović *
e-pošta: jkranjec@sumfak.hr
Antonija Kolar, mag. ing. silv.
e-pošta: akolar@sumfak.hr
Marko Boljfetić, mag. ing. silv.
e-pošta: marko.boljfetic@hotmail.com
doc. dr. sc. Marko Vucelja
e-pošta: mvucelja@sumfak.hr
prof. dr. sc. Danko Diminić
e-pošta: ddiminic@sumfak.hr
Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Svetošimunska 25
10002 Zagreb
HRVATSKA

Lara Milošić, mag. ing. silv.
e-pošta: lara.milosic@hotmail.com
Ulica Matije Gupca 1
48000 Koprivnica
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 28. 9. 2018.
Prihvaćeno (*Accepted*): 16. 10. 2018.

* Glavni autor – *Corresponding author*

Kvantitativna genetska diferencijacija populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom nasadu »Jastrebarski lugovi«

Maja Morić, Saša Bogdan, Mladen Ivanković

Nacrtak – Abstract

Hrast lužnjak, kao jedna od triju najrasprostranjenijih vrsta drveća u Republici Hrvatskoj, ima važnu ulogu u ekonomsko-socijalnom i ekološkom smislu. Poznavanje genetske strukture tako značajne vrste šumskoga drveća temeljni je preduvjet njezina očuvanja za budućnost. Jer to, poznavanje genetske strukture, omogućuje naprednije korištenje šumskoga reprodukcijskoga materijala hrasta lužnjaka radi povećanja prilagodljivosti populacija na stresne okolišne prilike. Analiza kvantitativnih (poligenih, metričkih) fenotipskih svojstava u genetičkim testovima jedna je od metoda utvrđivanja genetske strukture vrsta šumskoga drveća. Iz šesnaest sjemenskih i jedne gospodarske sastojine koje reprezentiraju cjelokupan areal hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, u rujnu i listopadu 2006. godine skupljen je sjemenski materijal. S dvogodišnjim potomstvom 2008. godine osnovan je genetički pokusni nasad u gospodarskoj jedinici »Jastrebarski lugovi«. Mjeren je visinski rast i određivani su preživljavanje i visinski prirast u trima uzastopnim godinama (2010, 2011. i 2012.). Analiza varijance provedena je procedurom PROC MIXED u statističkom paketu SAS te su izračunate komponente varijance i statistička značajnost slučajnih efekata, tj. izvora varijabilnosti (blokovi, populacije, familije unutar populacija, interakcija blokova i populacija te interakcija blokova s familijama unutar populacija). Izračunate komponente varijance poslužile su za izračunavanje parametra Q_{ST} kojim se određuje razina međupopulacijske genetske diferencijacije. Multivarijantna regresijska stabilna analiza (engl. MRT) korištena je za određivanje obrasca genetske diferencijacije populacija u nasadu, a s obzirom na okolišne (klimatske) varijable njihovih izvornih matičnih sastojina. Parametar Q_{ST} bio je visok kod sva tri analizirana svojstva, što jasno upućuje na međupopulacijsku genetsku diferencijaciju hrvatskih populacija hrasta lužnjaka. Utvrđeni obrazac adaptivne genetske diferencijacije potvrđuje ekotipski obrazac, odnosno najvjerojatnije je prirodna selekcija u matičnim sastojinama (ponajprije s obzirom na vlažnost i toplinu staništa) uzrokovala genetsku izdiferenciranost lokalnih populacija.

Ključne riječi: genetska struktura, kvantitativna fenotipska svojstva, genetički test, ekotipska varijabilnost, prirodna selekcija

1. Uvod – Introduction

Hrast lužnjak, kao jedna od triju najrasprostranjenijih vrsta drveća u Hrvatskoj, od pamtivijeka je imao važnu ulogu i u ekonomsko-socijalnom i u ekološkom smislu. Procjenjuje se kako je ekološki učinak šuma hrasta lužnjaka nekoliko puta veći od gospodarskoga, ponajprije u antierozijskom i hidrološkom smislu. U svojem staništu hrast lužnjak održava ravnotežu vodnoga statura procesom transpiracije te tako sprječava zamočvarenje terena i povoljno djeluje na vodni sustav u tlu (Klepac 1996).

Genetska je raznolikost, kao dio ukupne biološke raznolikosti, bogatstvo različitih alela unutar jedinki, populacija odnosno vrsta. Bolju prilagodbu jedinki populacija, odnosno vrsta u promjenjivom okolišu i sposobnost njihova prilagođavanja, omogućuje viša razina genetske raznolikosti. Genetska je varijabilnost dakle temelj evolucijskoga razvoja. Gubitak genetske varijabilnosti značio bi smanjenje dugoročne prilagodljivosti populacija odnosno vrsta. Važan dio genetskoga bogatstva neke vrste čini genetska diferencijacija populacija odnosno postojanje genetskih razlika među populacijama iste vrste.

Jedna od metoda utvrđivanja genetske raznolikosti vrsta šumskoga drveća može se provesti analizom kvantitativnih (poligenih, metričkih) fenotipskih svojstava u genetičkim testovima (Falconer i Mackay 1996, Eriksson i dr. 2006, White i dr. 2007, Bogdan i Katičić Bogdan 2015). Poznavanje razine, obrasca i uzroka genetske raznolikosti neke vrste nužna je informacija za pravilno uzgajanje, obnovu sastojina, prometovanje šumskim reprodukcijskim materijalom, oplemenjivanje, izradu programa očuvanja genetske raznolikosti ili pak za taksonomska evolucijska ili ekološka istraživanja vrste.

Genetički su testovi posebno dizajnirani nasadi koji se osnivaju u relativno homogenim okolišnim uvjetima radi analize varijabilnosti kvantitativnih fenotipskih svojstava biljaka. Fenotipska varijabilnost uvjetovana je genetskom i okolišnom komponentom. Ako potomstvo testiramo u približno jednakim uvjetima okoliša, odnosno utjecaj okolišne komponente svedemo na minimum, tada se varijabilnost praćenih fenotipskih svojstava može pripisati genetskim razlikama među potomstvima, odnosno među genetičkim čimbenicima koje testirana potomstva reprezentiraju (populacije, familije, klonovi) (Falconer i Mackay 1996, Eriksson i dr. 2006, White i dr. 2007, Bogdan i Katičić Bogdan 2015).

Izmjerama kvantitativnih fenotipskih svojstava u genetičkim testovima skupljaju se podaci koji se najčešće obrađuju statističkom metodom analize varijance radi utvrđivanja vrijednosti i statističke značajnosti različitih poznatih izvora varijabilnosti. Izračunate komponente varijance služe za izračunavanje kvantitativnih genetičkih parametara kojima se određuje razina unutarpopulacijske genetske raznolikosti i razina međupopulacijske genetske diferencijacije.

Prvi značajniji radovi na upoznavanju i očuvanju genetske raznolikosti hrasta lužnjaka u Hrvatskoj započeli su sredinom 1950-ih kategorizacijom šumskoga reprodukcijskoga materijala (ŠRM) i kategoriziranjem šuma te razdjelbom šuma na sjemenske jedinice (Šafar 1958). Nakon toga izabrane su najbolje sastojine na temelju fenotipskoga izgleda te je istraživana raznolikost svojstava populacija hrasta lužnjaka u pokusima provenijencija (Gračan 1996).

Prvi genetički test lokalnih hrvatskih provenijencija osnovan je 1988. godine (Gračan i dr. 1991). Posljednjih tridesetak godina istraživanja varijabilnosti morfoloških i fizioloških svojstava hrasta lužnjaka pokazuje kako postoji vrlo izražena varijabilnost spomenutih svojstava među lokalnim populacijama i unutar svake populacije, što upućuje i na genetsku diferencijaciju populacija (Gračan i dr. 1991, Gračan

1996, Krstinić 1996, Franjić i dr. 2000, Perić i dr. 2000, Škvorc i dr. 2018).

Prvi rezultati istraživanja genetske raznolikosti na temelju kvantitativnih fenotipskih svojstava u testu potomstva iz sjemenskih sastojina u Hrvatskoj upućuju na ekotipski obrazac genetskih razlika među populacijama, koji razumijeva diferencijaciju s obzirom na slične okolišne uvjete koji vladaju u pojedinim sastojinama (Bogdan i dr. 2004, Ivanković i dr. 2011, Popović i dr. 2014, Morić 2016, Bogdan i dr. 2017).

Cilj je ovoga rada odrediti obrazac genetske raznolikosti populacija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj analizom visinskoga rasta i preživljavanja potomstva u genetičkom testu sa sedamnaest reprezentativnih populacija.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

2.1 Uzorkovane populacije i genetički nasad *Sampled populations and genetic field trial*

Iz šesnaest sjemenskih i jedne gospodarske sastojine u rujnu i listopadu 2006. godine skupljen je sjemenski materijal s tla ispod krošanja 25 stabala koja su međusobno bila udaljena najmanje 50 m zbog izbjegavanja srodstvene povezanosti. Brojnošću i zemljopisnim položajem odabrane sastojine reprezentiraju cjelokupan areal hrasta lužnjaka u Hrvatskoj (tablica 1).

Prilikom uzgoja potomstva očuvalo se podrijetlo svake pojedine biljke s obzirom na majčinska stabla i populacije.

S dvogodišnjim sadnicama (2+0) tijekom studenoga i prosinca 2008. godine osnovan je pokusni nasad u gospodarskoj jedinici »Jastrebarski lugovi« (Šumarija Jastrebarsko, Uprava šuma podružnica Karlovac), odjel/odsjek 19b. Nasad se nalazi na 111 m n. v. i koordinatama 45,644° geografske širine i 15,699° geografske dužine. Prosječna je godišnja temperatura 11,9°C, a prosječna godišnja količina oborine 932 mm (Climate EU).

Na službenim stranicama DHMZ-a (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php) dostupni su podaci o klimatskim prilikama za područje nasada »Jastrebarski lugovi« tijekom istraživanoga razdoblja od 2010. godine do 2012. Godina 2010. bila je topla godina s najviše oborine, 2011. godina ekstremno sušna, dok je 2012. bila ekstremno topla, ali i s relativno normalnom količinom oborine. Takve su vremenske prilike utjecale također i na rast i razvoj istraživanih populacija.

Tablica 1. Podaci o sastojinama u kojima je skupljen žir**Table 1** Information on sampled populations

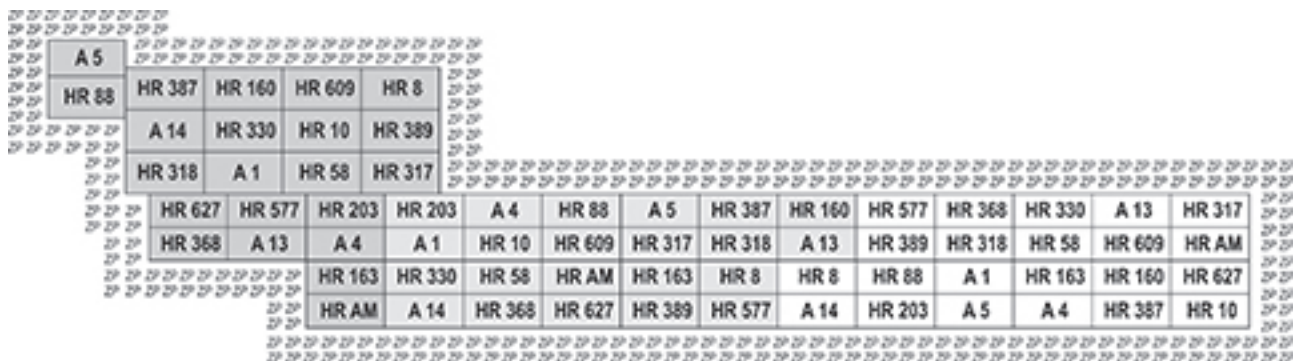
Broj Number	Oznaka populacije Population identification	Uprava šuma podružnica Forest Administration	Šumarija Forest Office	Geografska širina, ° Geographic latitude, °	Geografska dužina, ° Geographic length, °	Nadmorska visina, m Altitude, m	Prosječna godišnja temperatura zraka, °C Average annual air temperature, °C	Prosječna godišnja količina oborine, mm Average annual rainfall, mm
1	HR 12	Vinkovci	Gunja	44,916	18,833	85	12	770
2	HR 16	Vinkovci	Otok	45,033	18,9	81	12	746
3	HR 58	Osijek	Darda	45,733	18,583	90	11,8	675
4	HR 160	Nova Gradiška	Trnjani	45,133	18,116	86	11,5	785
5	HR 163	Nova Gradiška	Stara Gradiška	45,183	17,183	98	11,8	862
6	HR 203	Bjelovar	Vrbovec	45,833	16,666	105	11,3	784
7	HR 317	Zagreb	Kutina	45,433	16,683	95	11,5	851
8	HR 318	Zagreb	Lipovljani	45,433	16,816	96	11,6	861
9	HR 330	Zagreb	Velika Gorica	45,674	16,16	99	11,1	873
10	HR 368	Sisak	Sunja	45,266	16,716	97	11,6	902
11	HR 387	Karlovac	Karlovac	45,55	15,733	108	11,9	917
12	HR 389	Karlovac	Karlovac	45,483	15,7	114	11,9	980
13	HR 577	Požega	Požega	45,35	17,8	168	11,2	802
14	HR 609	Buzet	Buzet	45,347	13,817	22	14,9	941
15	HR 627	Koprivnica	Repaš	46,15	17,183	115	11,5	763
16	HR 88	Našice	Koška	45,566	18,233	95	11,7	719
17	HR AM*	Vinkovci	Otok	45,095	18,813	92	11,8	744

*Gospodarska sastojina – Management stand

Genetički nasad osnovan je sukladno dizajnu randomiziranoga potpunoga blok-sustava s tri ponavljanja, 20 familija (familiju čini potomstvo jednoga matičnoga stabla) po populaciji i 5 biljaka po familiji, odnosno ukupno 5100 mjernih biljaka u nasadu. Biljke su sađene u razmaku 2,0 m unutar redova i 2,5 m između redova. Oko mjernih biljaka zasađena su i dva reda tzv. zaštitnoga pojasa biljaka, s istim potomstvom iz uzorkovanih sjemenskih sastojina kao i mjerne biljke. Sve mjerne biljke, kao i biljke prvoga reda zaštitnoga pojasa zaštićene su neposredno nakon sadnje polipropilenskim štitnicima (tzv. Tuleyevim cijevima). Nasad zauzima površinu od gotovo 4 ha (slike 1 i 2).

2.2 Kvantitativna fenotipska svojstva i statistička obrada podataka – Quantitative phenotypic traits and statistical analysis

Izmjera visine u pokusnom nasadu u Jastrebarskom započela je u dobi biljaka od 4 godine nakon završetka vegetacijskoga razdoblja 2010. godine. Mjerene su sve biljke u pokusnom nasadu, uz pomoć mjernih letvi na 1 cm točnosti. Mjerenja su se provodila uzastopno tri godine, do dobi biljaka od 6 godina, zaključno s krajem 2012. godine. Iz evidencije visinskoga rasta odredilo se preživljavanje biljaka (0 – nema biljke/ osušena biljka, 1 – živa biljka), dok je iz razlika visinskoga rasta izračunat visinski pri-



Slika 1. Shema pokusnoga nasada u Jastrebarskom, obilježene provenijencije (populacije) i ponavljanja (različitim bojama), zp – zaštitni pojas biljaka

Fig. 1 Field trial scheme, repetitions marked with colours, zp – additional plants around filed trial



Slika 2. Genetički nasad »Jastrebarski lugovi«

Fig. 2 Genetic field trial »Jastrebarski lugovi«

rast između dviju uzastopnih godina (2010. i 2011. te 2011. i 2012).

Analiza varijance provedena je procedurom PROC MIXED u statističkom paketu SAS 9.3 (SAS/STAT® software, SAS Institute) zbirno za sve populacije (model ANOVA). Izračunate su komponente varijance i statistička značajnost slučajnih efekata, tj. izvora varijabilnosti. Analizirani izvori varijabilnosti bili su: blokovi, populacije, familije unutar populacija, interakcija blokova i populacija te interakcija blokova s familijama unutar populacija.

Analiza je varijance provedena prema ovomu linearnom modelu (model ANOVA):

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + P_k + F(P)_{jk} + BP_{ik} + BF_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

gdje su:

- y_{ijkl} individualna vrijednost svojstva
- μ ukupna sredina svih izmjera za promatrano svojstvo

B_i slučajni efekt bloka i ($i = 1, 2, 3$)

P_k slučajni efekt populacije k ($k = 1, 2, 3 \dots 17$)

$F(P)_{jk}$ slučajni efekt familije j unutar populacije k ($j = 1, 2, \dots, 20$)

BP_{ik} slučajni efekt interakcije populacija s blokovima

BF_{ijk} slučajni efekt interakcije familija s blokovima

ε_{ijk} ostatak ili eksperimentalna greška.

Komponente varijance korištene su za izračunavanje kvantitativnoga genetičkoga parametra kojim je određena razina međupopulacijske genetske diferencijacije (Lande 1992, u: Jensen i Hansen 2008, Eriksson i dr. 2006).

Parametar kvantitativne genetske diferencijacije (Q_{ST}) određuje se kao omjer varijance između populacija i aditivne genetičke varijance (varijabilnosti familija unutar populacija) sukladno formuli (Houle 1992):

$$Q_{ST} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + (2V_A)} \quad (2)$$

gdje je:

σ_p^2 komponenta varijance uzrokovana efektom populacija (model ANOVA)

σ_A aditivna genetska varijanca (model 1 ANOVA), ($\sigma_A = 3 \sigma_f^2$).

Multivarijantna regresijska stabalna analiza (engl. MRT – Multivariate Regression Tree analysis) korištena je prilikom određivanja obrasca genetske diferencijacije. To je relativno nova statistička metoda u kojoj se populacije, odnosno genetski čimbenici

svrstavaju u grupe (klaster) za istraživanja kvantitativna svojstva potomstva, a u ovom slučaju ovisno o okolišnim varijablama matičnih izvornih sastojina. Kao prediktorske varijable korištene su klimatske varijable matičnih sastojina iz kojih potječe istraživano potomstvo, a izračunate su na temelju klimatskih podataka za referentno razdoblje od 1981. do 2009. godine koristeći se programskim paketom ver. 4.63 Climate EU (Hamann i dr. 2013, Climate EU, još neobjavljeni programski paket dostupan na <http://www.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>).

MRT analiza provedena je pomoću R statističkoga paketa ver. 3.0.3. (R Development Core Team 2014) uporabom MVpart procedure.

Programski paket (Climate EU) koristi izmjerenje mjesečne klimatske podatke u referentnom razdoblju određenoga područja na temelju geografske širine i dužine te nadmorske visine za izračunavanje i procjenu sezonskih i godišnjih klimatskih varijabli

(Daly i dr. 2002, Mitchell i Jones 2005). Na temelju osnovnih mjesečnih klimatskih varijabli temperature i oborine program neke varijable izračunava izravno iz mjesečnih podataka, dok se ostale varijable određuju pomoću jednadžbi. Mjesečne varijable koriste se i za procjenu klimatskih varijabli koje se obično dobivaju iz dnevnih podataka, a biološki su važne. To su procjene zbroja toplinskih jedinica, broj dana bez mraza ili razdoblje bez mraza, te klimatska varijabla evaporacije nazvana Hargreavesova referentna evaporacija (engl. *Hargreaves reference evaporation – Eref*) koja se računa na temelju temperature i geografske širine. Više vrijednosti Hargreavesove evaporacije staništa upućuju na višu temperaturu i južnije geografske pozicije matičnih staništa. Detaljan opis i izračun klimatskih varijabli daju Wang i dr. (2012) te Wang i Hamann (2012).

Obrazac genetske diferencijacije utvrđivao se na temelju izračunatih klimatskih varijabli matičnih sastojina istraživanih populacija i standardiziranih ari-

Tablica 2. Ukupna srednja vrijednost svojstva, postoci komponenata varijance i parametar kvantitativne genetske diferencijacije (Q_{ST}) za svojstva visinski rast, preživljavanje i visinski prirast u pokusnom nasadu u Jastrebarskom u dobi od 4 do 6 godina

Table 2 Total mean value, percentages of variance components and parametar of quantitative genetic differentiation (Q_{ST}) for height growth, survival and height increment in genetic field trial Jastrebarsko at age 4 to 6

Svojstvo Feature	Sredina Middle	Komponente varijance, % – Variance components, %					Q_{ST}
		σ^2_b	σ^2_P	$\sigma^2_{f(P)}$	$\sigma^2_{b \times P}$	$\sigma^2_{b \times f}$	
Visina 2010. Height 2010	162,3 ± 1,5	1,6 ± 1,8	2,3 ± 1,2*	0,7 ± 0,8	1,7 ± 0,7**	6,1 ± 1,4***	0,354
Visina 2011. Height 2011	182,3 ± 2,2	3,3 ± 3,6	3,8 ± 2,0*	0,1 ± 0,8	3,9 ± 1,3**	7,0 ± 1,5***	0,865
Visina 2012. Height 2012	209,6 ± 3,7	3,0 ± 3,4	5,2 ± 2,8*	2,1 ± 1,0*	5,8 ± 1,7***	6,3 ± 1,4***	0,294
Preživljavanje 2010. Survival 2010	0,99 ± 0,00	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	1,2 ± 3,2	1,5 ± 1,3	0,0 ± 0,0	0,000
Preživljavanje 2011. Survival 2011	0,89 ± 0,02	1,3 ± 2,0	14,4 ± 6,7*	0,7 ± 2,4	9,4 ± 3,3**	0,0 ± 0,0	0,779
Preživljavanje 2012. Survival 2012	0,86 ± 0,02	0,0 ± 0,0	15,1 ± 6,5*	4,4 ± 2,7*	5,1 ± 2,2**	0,0 ± 0,0	0,366
Prirast 2010–2011. Increment 2010–2011	20,2 ± 1,1	0,6 ± 0,8	0,9 ± 0,9	0,0 ± 0,8	2,6 ± 1,0**	4,3 ± 1,5**	0,977
Prirast 2011–2012. Increment 2011–2012	28,5 ± 1,6	1,3 ± 1,5	2,2 ± 1,4	0,6 ± 0,9	3,2 ± 1,1**	4,1 ± 1,5**	0,397

σ^2_b – Komponenta varijance efekta bloka – Variance component of block effect

σ^2_P – Komponenta varijance efekta populacija – Variance component of provenance effect

$\sigma^2_{f(P)}$ – Komponenta varijance efekta familija unutar populacija – Variance component of family within provenance effect

$\sigma^2_{b \times P}$ – Komponenta varijance efekta interakcije populacija i blokova – Variance component of block by provenance interaction effect

$\sigma^2_{b \times f}$ – Komponenta varijance efekta familija – Variance component of family within population effect

$\sigma^2_{b \times f}$ – Komponenta varijance efekta interakcije familija i blokova – Variance component of block by-family within provenance interaction effect

Q_{ST} – Parametar kvantitativne genetske diferencijacije – Parametar of quantitative genetic differentiation

* Značajnost na razini 0,01–0,05 – Significant at 0.05 level

** Značajnost na razini 0,0001–0,01 – Significant at 0.01 level

*** Značajnost na razini <0,0001 – Significant at 0.001 level

tmetičkih sredina njihovih izmjerenih kvantitativnih svojstava u testu.

Formula standardizacije aritmetičke sredine populacija primijenjena je za sva istraživana kvantitativna svojstva koja su korištena kao zavisne varijable:

$$Z_{ip\text{std.}} = \frac{\bar{x}_{ip} - \bar{X}_i}{\sigma_i} \quad (3)$$

gdje je:

$Z_{ip\text{std.}}$	standardizirana varijabla određenoga svojstva i za populaciju p ($p = 1, \dots, 17$)
\bar{x}_{ip}	srednja vrijednost svojstva i za populaciju p
\bar{X}_i	ukupna aritmetička sredina svojstva i za sve populacije
σ_i	standardna devijacija svojstva i .

3. Rezultati i rasprava – Results and discussion

3.1 Razina kvantitativne genetske diferencijacije – Level of quantitative genetic differentiation

U tablici 2 prikazani su rezultati analize varijance provedene prema opisanom modelu ANOVA, kao i parametri kvantitativne genetske diferencijacije za svojstva visinski rast, preživljavanje i visinski prirast u genetičkom nasadu u Jastrebarskom u dobi populacija od 4 do 6 godina.

Za svojstvo visinski rast 2010. i 2011. godine utvrđene su statistički značajne razlike za većinu ispitivanih izvora varijabilnosti, izuzev efekata blokova i familija unutar populacija, dok u 2012. godini samo efekt blokova nije bio statistički značajan (tablica 2). U sve tri analizirane godine efekt populacija bio je statistički značajan, dok efekt familija (unutar populacija) nije bio statistički značajan. To znači da je utvrđena viša razina genetske varijabilnosti među populacijama nego među familijama unutar populacija. Statistička značajnost efekta populacija pokazuje genetsku diferenciranost populacija. Efekti interakcije (interakcija blok \times populacije, blok \times familije unutar populacija) bili su statistički visoko značajni. Statistička značajnost efekta interakcije blok \times populacija upućuje na određenu razinu fenotipske plastičnosti analiziranih populacija. Izračunati koeficijenti kvantitativne genetske diferencijacije (Q_{ST}) relativno su visoki i također upućuju na međupopulacijsku genetsku diferencijaciju.

U tablici 2 prikazane su i vrijednosti komponente varijance i parametara kvantitativne genetske

diferencijacije za preživljavanje. U dobi od 4 godine, nakon dva vegetacijska razdoblja rasta biljaka u terenskim uvjetima, ni jedan analizirani efekt nije bio statistički značajan zbog vrlo velikoga postotka preživljavanja biljaka u svim populacijama. Statistički značajan efekt populacija bio je u sljedećim analiziranim godinama, što uz visoke koeficijente genetske diferencijacije upućuje na međupopulacijsku genetsku diferencijaciju.

Analizom varijance za prirast utvrđene su statistički značajne razlike samo za efekte blok \times populacija i blok \times familije unutar populacija, što upućuje na fenotipsku plastičnost populacija odnosno familija. Parametar kvantitativne genetske diferencijacije bio je vrlo visok, pogotovo za prirast od 2010. do 2011. godine (0,977) (tablica 2). To jasno pokazuje visoku razinu međupopulacijske diferencijacije za to svojstvo.

Parametri Q_{ST} svih svojstava bili su relativno visoki, osobito kad se uzme u obzir da su značajno viši u usporedbi Neievim genetičkim udaljenostima i parametrima F_{ST} izračunatim na temelju analiza neutralnih jezgrinih mikrosatelitnih biljega za hrvatske populacije hrasta lužnjaka koje daju Katičić Bogdan (2012) i Morić (2016). To također upućuje na genetsku diferenciranost istraživanih populacija.

Kod sva tri svojstva efekt familija (unutar populacija) nije bio statistički značajan, dok se statistički značajan pokazao efekt populacija za visinski rast i preživljavanje, što znači kako je utvrđena viša razina genetske varijabilnosti među populacijama nego u njima. Prilikom analize istih populacija za visinski rast jednogodišnjih sadnica Popović i dr. (2014) također su utvrdili statističku značajnost efekta populacija.

Istražujući visinski rast kod litvanskih populacija hrasta lužnjaka Baliuckas i Pliura (2003) utvrdili su statističku značajnost slučajnoga efekta familija. Fiksni efekt populacija nije bio statistički značajan, dok je efekt blokova u većini slučajeva bio statistički značajan. Utvrdili su unutarpopulacijsku raznolikost, ali ne i međupopulacijsku diferencijaciju za to svojstvo. No, također je utvrđena statistička značajnost efekta interakcije blok \times familija. Ta značajnost najvjerojatnije pokazuje kako su genetske razlike među populacijama potisnute, odnosno nisu mogle doći od izražaja zbog vrlo jakoga utjecaja okoliša na visinski rast. Slične rezultate dobili su Baliuckas i Pliura (2008) i u istraživanju istih populacija u starijoj dobi.

Za visinski prirast u nasadu »Jastrebarski lugovi« nije utvrđena statistički značajna međupopulacijska

varijabilnost, već je statistički značajan bio efekt interakcije blok \times populacija upućujući na fenotipsku plastičnost populacija. No, parametar Q_{ST} bio je prilično visok (0,977 i 0,397), što je ipak pokazatelj postojanja juvenilne međupopulacijske diferencijacije (tablica 2). Visinski prirast i ostala kvantitativna morfološka svojstva poput visine pod velikim su utjecajem kompleksnih interakcija raznovrsnih okolišnih čimbenika (svjetlost, toplina, vlaga, štetnici, kompeticija i brojni drugi) koji djeluju na biljke tijekom rasta. Procjene pripadajućih komponenata varijance, izrazito visoke vrijednosti varijance ostatka, značajno su uvjetovane snagom kontrole okolišnih čimbenika u pokusnom nasadu. Kako su nasadi osnovani na velikoj površini, heterogeni su stanišni uvjeti, pa djelovanje okolišnih čimbenika može uzrokovati visoku razinu fenotipske varijabilnosti i time potisnuti genetski uvjetovane razlike. Opravdano se može pretpostaviti da je izostanak statističke značajnosti za efekte populacija i familija unutar populacija bio uzrokovan velikom raznovrsnošću okolišnih utjecaja na biljke.

3.2 Obrazac međupopulacijske genetske diferencijacije – *Pattern of interpopulation genetic differentiation*

Kako bi se odredio obrazac genetske diferencijacije, provedena je multivarijantna regresijska stabilna analiza (MRT). Prilikom analize genetički čimbenici, odnosno populacije svrstavaju se u klastere s obzirom na klimatske parametre matičnih sastojina iz kojih potječu i na temelju vrijednosti standardizirane aritmetičke sredine kvantitativnih svojstava.

S obzirom na to da su analizirane populacije u ovom istraživanju zapravo područje rasprostranjenosti hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, postojanje međupopulacijskih genetskih razlika nameće pitanje na koji se način te populacije međusobno razlikuju.

Sva dosadašnja istraživanja provedena na hrastu lužnjaku u Hrvatskoj slažu se s postojanjem genetske diferencijacije populacija, međutim rezultati o obrascu genetske diferencijacije nisu ujednačeni. S jedne strane, veći dio autora zaključio je da međupopulacijska diferencijacija nije odgovarala geografskomu obrascu, već da utvrđeni karakter diferencijacije upućuje na ekotipski obrazac genetskih razlika među provenijencijama, koji razumijeva diferencijaciju s obzirom na slične okolišne uvjete koji vladaju u pojedinim sastojinama (Franjić i dr. 2000, Franjić i Škvorc 2001, Bogdan i dr. 2004, Ivanković i dr. 2011, Popović i dr. 2014, Morić 2016, Bogdan i dr. 2017). S druge strane, neka su istraživanja otkrila geografsku

diferencijaciju, odnosno razlike među postojećim sjemenskim zonama (Roth 2003, Krstinić i dr. 1996).

Slika 3 prikazuje razdvajanje populacija za svojstva visinski rast, preživljavanje i visinski prirast u četirima klasterima. Stupići na slici prikazuju srednju vrijednost klastera za određeno fenotipsko svojstvo. Visina stupića naznačuje veličinu srednje vrijednosti klastera, a položaj u odnosu na horizontalnu crtu naznačuje da li se radi o pozitivnoj ili o negativnoj vrijednosti.

Prvi korak u klasteriranju populacija učinjen je s obzirom na Hargreavesovu referentnu evaporaciju, klimatsku varijablu koja upućuje na humidnost odnosno aridnost staništa. Prvi klaster čine populacije HR 609 i HR 330 koje prema Hargreavesovoj referentnoj evaporaciji potječu iz relativno humidnijega staništa. Te su populacije imale ispodprosječan visinski rast, preživljavanje i visinski prirast u odnosu na prosjek svih populacija u pokusnom nasadu u Jastrebarskom.

U drugom koraku populacije su razdvojene s obzirom na prosječnu godišnju temperaturu. Populacije koje potječu sa staništa gdje je prosječna godišnja temperatura ispod 11,4 °C (HR 577 i HR 203) imale su ispodprosječan visinski rast i prirast, ali prosječno preživljavanje. Populacije koje potječu iz staništa gdje je prosječna godišnja temperatura iznad 11,4 °C, a ujedno imaju i manje od 283 dana u godini bez mraza, imale su iznadprosječne vrijednosti za sva tri analizirana svojstva (HR 160, HR 317 i HR 88).

Iz dosadašnjih rezultata (Morić 2016) vidljivo je kako su nadprosječan visinski rast također imale populacije HR 160, HR 317 i HR 88 koje potječu s područja koje ima manje od 283 dana bez mraza. Također je u tom istraživanju ustanovljeno da navedene populacije potječu s lokacija u kojima razdoblje završetka proljetnoga mraza započinje prosječno ranije, a istodobno i rani jesenski mraz nastupa ranije, te zbog toga vjerojatno imaju veću otpornost prema ranom jesenskomu mrazu. Stoga se opravdano može pretpostaviti kako je u istraživanom razdoblju na lokaciji pokusnoga nasada u Jastrebarskom dominantan selekcijski pritisak na visinski rast i prirast bio upravo utjecaj ranoga jesenskoga mraza. Te populacije ranije započinju s rastom, ali i završavaju ranije, te su zbog toga bolje iskoristile trajanje vegetacijskog razdoblja, pritom izbjegavajući negativne posljedice jesenskoga mraza.

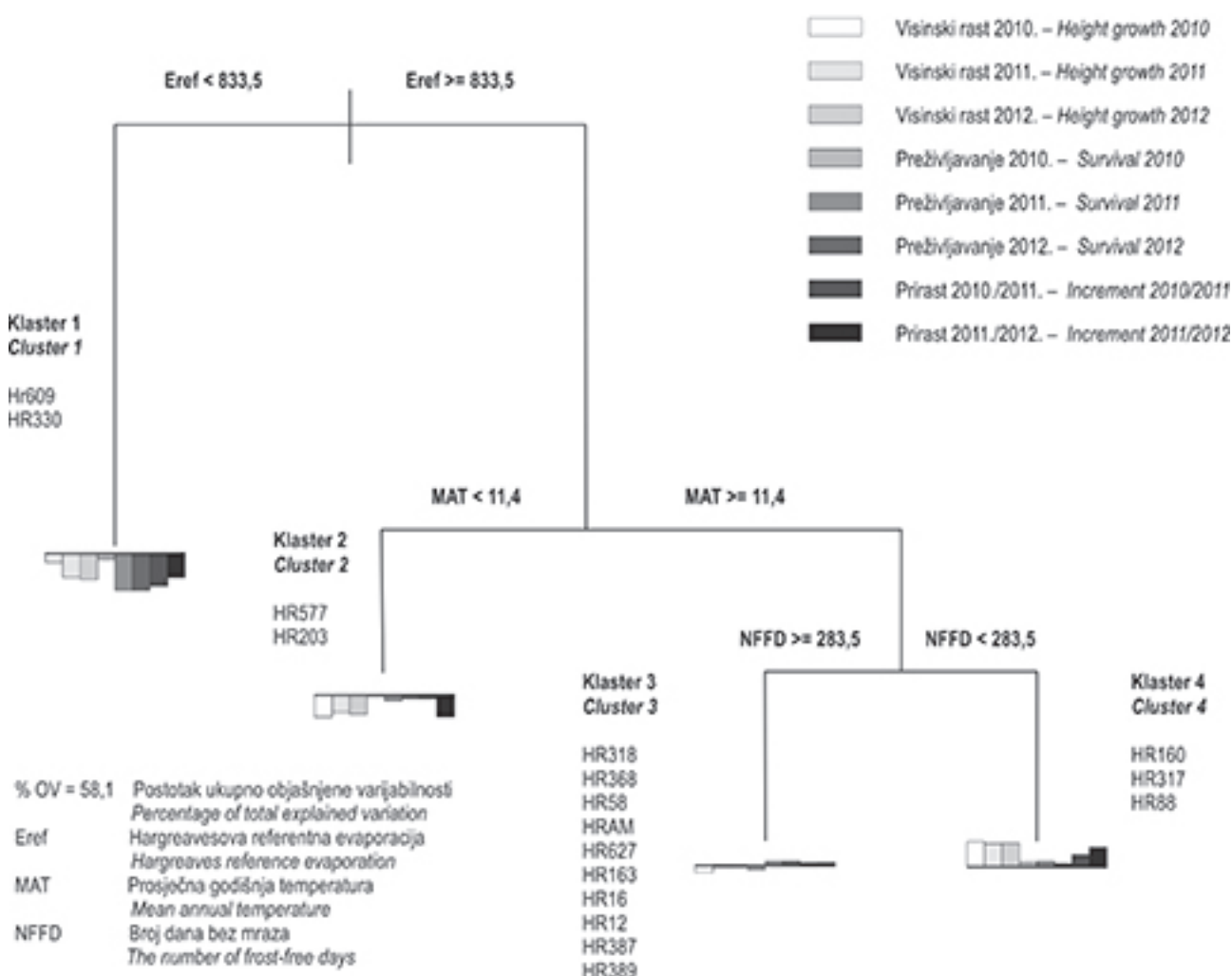
Ujedno populacije HR: 88, 160 i 317 potječu s relativno sušega područja, a prema izvještaju DHMZ-a (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php) 2011.

godina bila je vrlo sušna i vruća te takvi vremenski uvjeti nisu negativno utjecali na populacije prilagođene toplijim i sušnim staništima, dok su značajno utjecali na lošije preživljavanje, visinski rast i prirast populacija iz relativno humidnijih staništa (HR 609 i HR 330).

Analiza visinskoga rasta i preživljavanja populacija u pokusnom nasadu Koška (Bogdan i dr. 2017) također pokazuju da su važni klimatski uvjeti područja s kojega potječu. S obzirom na to kako je taj pokusni nasad bio izložen dugotrajnom sušnom razdoblju, može se opravdano pretpostaviti da je tamo sušni stres bio dominantan selekcijski pritisak. Zbog toga su prosječno niži visinski rast i preživljavanje

imale populacije koje potječu iz relativno humidnijih staništa (niži *Eref*). One populacije koje su bolje prilagođene aridnijim uvjetima imale su prosječno veći visinski rast i iznadprosječno preživljavanje. Na slične zaključke upućuju i dobiveni rezultati ovoga istraživanja (slika 3).

Usporedbom populacija s manjega geografskoga područja najčešće se uočava ekotipski obrazac razdvajanja (Baliuckas i dr. 2001, Jensen i Hansen 2008, Baliuckas i Pliura 2003), što je potvrđeno i ovim istraživanjem. Jensen i Hansen (2008) navode kako se inferioran rast populacija hrasta lužnjaka iz srednje i zapadne Europe može pojasniti njihovim kasnijim završetkom rasta (engl. *budset*), jer na njih značajno



Slika 3. Razdvajanje analiziranih populacija multivarijantnom regresijskom stabilnom analizom za svojstva visinski rast, preživljavanje i visinski prirast u pokusnom nasadu u Jastrebarskom u dobi od 4 do 6 godina

Fig. 3 Separation of analyzed population by multivariate regression tree analysis for height growth, survival and height increment in genetic field trial Jastrebarsko at age 4 to 6

utječe rani jesenski mraz koji se na sjeveru Europe pokazao limitirajućim čimbenikom za visinski rast. Takve rezultate limitiranja rasta zbog ranoga jesenskoga mraza dobila je i Morić (2016) analizirajući visinski rast iste populacije hrasta lužnjaka.

Jensen i Hansen (2008) navode kako je lošije preživljavanje uzrokovano kasnijim završetkom rasta te kako na te populacije negativan utjecaj ima rani jesenski mraz. U ovom istraživanju preživljavanje je bilo uvjetovano mrazom, ali i humidnošću staništa iz kojega potječu analizirane populacije.

Ekološki uvjeti staništa iz kojih potječu populacije vrlo vjerojatno su osnovni selekcijski pritisci u oblikovanju genetske strukture sastojina hrasta lužnjaka. To znači da se populacije genetski razlikuju zbog različita djelovanja prirodne selekcije u njihovim matičnim sastojinama, ponajviše s obzirom na razlike u vlažnosti i toplini staništa.

4. Zaključak – Conclusion

Analizom visinskoga rasta i preživljavanja u genetičkom testu hrasta lužnjaka »Jastrebarski lugo-vi«, u razdoblju od 2010. do 2012. godine, utvrđene su statistički visoko značajne razlike među populacijama. Utvrđeno je da su najmanji visinski rast, prirast i preživljavanje imale populacije koje potječu iz relativno najvlažnijih staništa Hrvatske. Nasuprot tomu, najviše prosječne vrijednosti za to svojstvo imale su populacije koje potječu iz relativno sušnijih i toplijih staništa, ali i u kojima se prosječno ranije pojavljuje jesenski mraz. Potrebno je naglasiti da je na lokalitetu genetičkoga testa u istraživanom razdoblju vladalo neuobičajeno toplo i sušno vrijeme. Takvi vremenski uvjeti evidentno su više odgovarali populacijama koje potječu s toplijih i sušnijih staništa. Isto tako, vrlo je vjerojatno da je rani jesenski mraz snažan selekcijski čimbenik u genetičkom testu (barem u promatranom razdoblju). Dobiveni rezultati jasno upućuju na genetsku diferencijaciju naših populacija za analizirana svojstva. Analiza genetske diferencijacije potvrđuje ekotipski obrazac. Rezultati pokazuju da su se populacije genetski razdvojile zbog djelovanja prirodne selekcije u njihovim matičnim sastojinama. Vjerojatni uzročni čimbenici selekcijskoga pritiska, koji su doveli do genetskoga razdvajanja istraživanih populacija, razlike su u vlažnosti i temperaturi njihovih izvornih staništa. Dobiveni rezultati upućuju na važnost promišljenoga korištenja šumskoga reproduksijskoga materijala u obnovi sastojina hrasta lužnjaka, posebice s obzirom na klimatske promjene.

Zahvala – Acknowledgements

Ovo je istraživanje bilo dio znanstvenoga projekta MZOS 024-0242108-2099 – »Oplemenjivanje i šumsko sjemenarstvo« (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske), znanstvenoistraživačkoga projekta »Masovna i individualna selekcija, izbor i bonitiranje sjemenskih objekata« (Hrvatske šume d.o.o. Zagreb) te znanstvenoistraživačkoga projekta »Testiranje sjemenskih sastojina lužnjaka (*Quercus robur* L.) putem usporednih testova« (Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Karlovac). U sklopu navedenih projekata osnovani su genetički testovi i prikupljeni podaci. Rad je također financirala/sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (8131) u sklopu kojega su napravljeni obračuni i analizirani prikupljeni podaci.

Autori zahvaljuju za financijsku podršku. Zahvaljujemo i svim djelatnicima Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb koji su sudjelovali u organizaciji i provedbi skupljanja sjemena u sjemenskim sastojinama te u osnivanju pokusne plohe i time omogućili ovo istraživanje.

5. Literatura – References

- Baliuckas, V., T. Lagerstrom, G. Eriksson, 2001: Within-population variation in juvenile growth rhythm and growth in *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. *Forest Genetics*, 8(4): 259–269.
- Baliuckas, V., A. Pliura, 2003: Genetic variation and ecological sensitivity of *Quercus robur* populations and open pollinated families. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18(4): 305–319.
- Baliuckas, V., A. Pliura, 2008: Phenogenetic variation pattern in adaptive traits of *Betula pendula*, *Alnus glutinosa* and *Quercus robur* in Lithuania. *Biologija*, 54(2): 60–65.
- Bogdan, S., I. Katičić-Trupčević, D. Kajba, 2004: Genetic Variation in Growth Traits in a *Quercus robur* L. Open-Pollinated Progeny Test of the Slavonian Provenance. *Silvae Genetica*, 53(5–6): 198–201.
- Bogdan, S., I. Katičić Bogdan, 2015: Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja. Recenzirana interna skripta. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–224.
- Bogdan, S., M. Ivanković, M. Temunović, M. Morić, J. Franjić, I. Katičić Bogdan, 2017: Adaptive genetic variability and differentiation of Croatian and Austrian *Quercus robur* L. populations at a drought prone field trial. *Ann. For. Res.*, 60(1): 33–46.
- Daly, C., W. P. Gibson, G. H. Taylor, G. L. Johnson, P. Pasteris, 2002: A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate. *Climate Research*, 22(2): 99–113.

- Eriksson, G., I. Ekberg, D. Clapham, 2006: An introduction to Forest Genetic. Second Edition. Uppsala, Sweden.
- Falconer, D. S., T. F. C. Mackay, 1996: Introduction to Quantitative Genetics, Ed 4. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.
- Franjić, J., J. Gračan, D. Kajba, Ž. Škvorc, B. Dalbelo-Bašić, 2000: Multivariate analysis of leaf shape of the common oak (*Quercus robur* L.) in the »Gajno« provenance test (Croatia). Glasnik za šumske pokuse, 37: 469–479.
- Franjić, J., Z. Škvorc, 2001: Dosadašnji rezultati istraživanja varijabilnosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj. U: S. Matić, A. P. B. Krpan, J. Gračan (ur.), Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama. Šumarski fakultet Zagreb, Šumarski institut Jastrebarsko, »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, 53–59.
- Gračan, J., N. Komlenović, P. Rastovski, 1991: Pokus provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 115(6–9): 245–260.
- Gračan, J., 1996: Masovna selekcija. U: D. Klepac (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU i »Hrvatske šume« p.o., Vinkovci – Zagreb, 96–144.
- Hamann, A., T. Wang, D. L. Spittlehouse, T. Q. Murdock, 2013: Climate EU – još neobjavljeni softverski paket za Europu dostupan na <http://www.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>
- Houle, D., 1992: Comparing Evolvability and Variability of Quantitative Traits. Genetics, 130(1): 195–204.
- Ivanković, M., M. Popović, S. Bogdan, 2011: Varijabilnost morfoloških svojstava žireva i visina sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih sastojina u Hrvatskoj. Šumarski list, 135(13): 46–58.
- Katičić Bogdan, I., 2012: Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u klonskim sjemenskim plantažama u Hrvatskoj. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–165.
- Klepac, D., 1996: Uvod. U: D. Klepac (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU i »Hrvatske šume« p.o., Vinkovci – Zagreb, 9–12.
- Krstinić, A., 1996: Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost hrasta lužnjaka. U: D. Klepac (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU i »Hrvatske šume« p.o., Vinkovci – Zagreb, 96–101.
- Krstinić, A., I. Trinajstić, J. Gračan, J. Franjić, D. Kajba, M. Britvec, 1996: Genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U: S. Matić, J. Gračan (ur.), Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996. Zaštita šuma i pridobivanje drva 2, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, 159–168.
- Jensen, J. S., J. Hansen, 2008: Geographical variation in phenology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl and *Quercus robur* L. oak grown in greenhouse. Scand. J. For. Res., 23(2): 179–188.
- Mitchell, T. D., P. D. Jones, 2005: An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. International Journal of Climatology, 25(6): 693–712.
- Morić, M., 2016: Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnim nasadima s potomstvom iz odabranih sjemenskih sastojina. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–264.
- Perić, S., J. Gračan, B. Dalbelo-Bašić, 2000: Flushing variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in provenance experiment in Croatia. Glasnik za šumske pokuse, 37: 395–412.
- Popović, M., M. Ivanković, S. Bogdan, 2014: Varijabilnost visinskog rasta i preživljenja potomstava iz sjemenskih sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom nasadu »Jastrebarski lugovi« – prvi rezultati. Šumarski list, 138(1–2): 155–165.
- Roth, V., 2003: Neki pokazatelji rasta hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih zona i rajona Hrvatske u rasadničkom testu. Radovi, 38(2): 195–210.
- R ver. 3.0.3. R Development Core Team 2014.
- SAS 9.3, 9.2 (SAS/STAT® software, SAS INSTITUTE).
- Šafar, J., 1958: Osnovna razdioba područja hrvatske na sjemenarske jedinice. Šumarski list, 82(10): 329–338.
- Škvorc, Ž., M. Prugovečki, Z. Užarević, S. Bogdan, M. Ivanković, K. Sever, I. Katičić Bogdan, D. Krstonošić, I. Kovač, J. Franjić, 2018: Utjecaj staništa na anatomske građu lista hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnim nasadima Koška i Vrbanja. Radovi, 46(1): 1–12.
- Wang, T., A. Hamann, D. L. Spittlehouse, T. Q. Murdock, 2012: ClimateWNA – High-resolution spatial climate data for western North America. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 51(1): 16–29.
- Wang, T., A. Hamann, 2012: Climate EU v4.63 – A program to generate annual, seasonal and monthly data for Europe. User Guide.
- White, T. L., W. T. Adams, D. B. Neale, 2007: Forest Genetics. CAB International 2007, UK. 682 p.

Abstract

Quantitative Genetic Differentiation of Pedunculate Oak (*Quercus Robur* L.) Populations in Field Trial »Jastrebarski Lugovi«

Pedunculate oak is one of the three most common tree species in Croatia and has an important role in economic, social and environmental terms. Knowledge of the genetic structure for such a significant forest tree species is the fundamental prerequisite for its future preservation. Specifically, the knowledge of the genetic structure allows more advanced use of forest reproductive material in order to increase the adaptability of oak populations to stressful environmental conditions. Analysis of quantitative (polygene, metric) phenotypic traits in genetic field trials is one of the methods to determine forest tree species genetic structure. Seed material was collected from sixteen seeds and one normally managed stand, representing the distribution range of pedunculate oak in Croatia, in September and October 2006. With two-year-old seedlings, in 2008 a genetic field trial was established in the area of the Management Unit Jastrebarski lugovi. The height growth was measured and the survival and height increment were determined through three consecutive years (2010-2012). The variance analysis was performed by the PROC MIXED procedure in the SAS statistical package, and the variance components and the statistical significance of random effects were calculated (blocks, populations, population within populations, interactions of block with populations, and interaction of blocks with families with populations). Variance components were used to calculate the QST parameter that determines the level of interpopulation genetic differentiation. Multivariate regression tree analysis (MRT) was used to determine the pattern of genetic differentiation and classify population into groups (clusters) for the investigated quantitative traits, depending on the environmental (climatic) variables of their habitat of origin. The QST parameter was high for all three analysed traits, which clearly indicates interpopulation genetic differentiation of Croatian oak populations. The established pattern of adaptive genetic differentiation is confirmed by the ecotypic pattern, i.e. most probably the natural selection in parental stands (primarily considering the humidity and heat of the habitat) caused the genetic differentiation of local populations.

Keywords: genetic structure, quantitative phenotypic traits, genetic field trial, ecotypic variability, natural selection

Adrese autorâ – Authors' addresses:

Dr. sc. Maja Morić *
e-pošta: mmoric@sumfak.hr
Prof. dr. sc. Saša Bogdan
e-mail: bogdan@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
HRVATSKA

Dr. sc. Mladen Ivanković
e-pošta: mladeni@sumins.hr
Hrvatski šumarski institut
Zavod za genetiku, oplemenjivanje šumskog
drveća i sjemenarstvo
Cvjetno naselje 41
10450 Jastrebarsko
HRVATSKA

Primljeno (Received): 10. 10. 2018.

Prihvaćeno (Accepted): 22. 11. 2018.

* Glavni autor – Corresponding author

Utjecaj hormonskih tretmana na zakorjenjivanje odrvenjelih reznica obične jele (*Abies alba* Mill.)

Sara Jurčević, Ivica Čehulić, Mladen Ivanković, Saša Bogdan

Nacrtak – Abstract

Cilj je istraživanja bio utvrđivanje uspješnosti primjene raznovrsnih hormonskih tretmana na zakorjenjivanje odrvenjelih reznica obične jele (20+ godina). Provedena su dva pokusa. U prvom su reznice odrezane u rano proljeće iz triju visinskih etaža krošanja. Baze su reznica umakane u hormonske otopine IBA i NAA koncentracije 250, 500, 2500 i 5000 ppm u trajanju od 10 s, 1 h i 2 h. Dio je reznica tretiran komercijalnim preparatom Clonex. Drugi je pokus proveden s reznicama uzetim iz donje trećine krošanja u kasnu jesen koje su tretirane 10 s sa: (i) hormonom IBA koncentracije 2500 ppm, (ii) hormonom IBA koncentracije 10 000 ppm, te (iii) kombinacijom hormona IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm. Nakon tretiranja reznice su pikirane u kontejnere napunjene supstratom od treseta, pijeska i perlita. U listopadu je determinirana uspješnost zakorjenjivanja reznica, utvrđen je broj korijenskih žila te izmjerena duljina najdulje razvijene korijenske žile.

Kloniranje stabala obične jele metodom zakorjenjivanja odrvenjelih reznica imalo je vrlo nisku uspješnost (0–20 %). Primijenjene metode nisu se pokazale učinkovitima za potrebe masovnog kloniranja stabala u dobi od 20 i više godina, premda je hormonsko tretiranje povećalo uspješnost zakorjenjivanja i kvalitativna svojstva korijena. Najveći je uspjeh postignut primjenom hormona IBA u koncentraciji 2500 ppm u trajanju od 10 s, i to na reznice uzete u rano proljeće iz donje trećine krošanja. Reznice se uglavnom nisu zakorijenile bez hormonskoga tretiranja. Međutim, identificirani su genotipovi čije su se reznice zakorijenile i bez hormonskoga tretiranja, premda u vrlo niskom postotku. Utvrđena je velika međugenotipska varijabilnost i u sposobnosti zakorjenjivanja netretiranih reznica, i u reakciji na hormonsko tretiranje.

Ključne riječi: božićna drveća, oplemenjivanje, plus stabla, kloniranje, genotipovi, IBA, NAA

1. Uvod – Introduction

Reprodukcijски materijal vrsta božićnih drvaca naši uzgajivači (dobavljači) nabavljaju iz raznovrsnih domaćih i inozemnih izvora, a najčešće je riječ o genetski vrlo raznolikom materijalu. Uzgajivači uglavnom nemaju genetski kvalitetan, testiran reprodukcijски materijal koji bi se odlikovao stabilnošću poželjnih fenotipskih svojstava, što, među ostalim, rezultira velikim varijacijama u kvaliteti njihova konačnoga proizvoda. Da bi se povećale kvaliteta i isplativost proizvodnje autohtonih božićnih drvaca, potrebno je uzgajivačima ponuditi genetski kvalitetan reprodukcijски materijal. Zbog toga je potkraj 2015. godine pokrenut proces oplemenjivanja božićnih drvaca u Hrvatskom šumarskom institutu (Bogdan i dr. 2017).

Prvi korak u oplemenjivanju obične jele kao božićnoga drvca bila je selekcija plus stabala. U pokusnom nasadu provenijencija obične jele Brloško (Šumarija Fužine), koji je poslužio kao matična populacija, obavljena je fenotipska selekcija metodom komparativnih jedinki. Na kraju toga koraka ukupno je selekcionirano 15 plus stabala obične jele u dobi od 20 godina (Bogdan i dr. 2017). Sljedeća je faza procesa oplemenjivanja utvrđivanje tehnologije masovne proizvodnje reprodukcijškoga materijala selektiranih plus stabala. Od velike je praktične važnosti imati mogućnost proizvodnje značajnijih količina reprodukcijškoga materijala (sjemeni ili sadnici) kvalitetnih genotipova. Stoga je odlučeno da se pristupi istraživanju te problematike.

1.1 Uloga kloniranja u ciklusu oplemenjivanja drveća – *The role of cloning in tree breeding cycle*

Kloniranje je postupak vegetativnoga razmnožavanja pri čemu od jedne ishodne jedinke nastaju vegetativne kopije identične genetske konstitucije. Pri tome se ishodna jedinka koja se vegetativno razmnožava naziva orteta, dok se sve njezine vegetativne kopije nazivaju ramete. Prema tomu, jedan klon čine orteta (ishodna jedinka) i sve njezine ramete (vegetativnim putem nastale kopije). Reprodukcijski su klonovi genetski superiorne jedinke iz selektirane populacije (plus, odnosno elitne jedinke) koje se masovno vegetativno razmnožavaju i koriste u operativnim plantažama. Izravnim kloniranjem plus jedinki može se iskoristiti njihova cjelokupna genotipska vrijednost. Nadalje, vegetativnim se načinom proizvodi fenotipski uniformniji biljni materijal koji zbog toga traži slične ekološke uvjete, što u konačnici rezultira manjim troškovima uzgajanja i eksploatacije (Bogdan i Katičić Bogdan 2015). Kloniranje stabala moguće je izvesti autovegetativnim ili heterovegetativnim načinom, ali je autovegetativni primjereniji u kontekstu prethodno opisanoga procesa oplemenjivanja.

1.2 Dosadašnje spoznaje o mogućnostima kloniranja obične jele metodom zakorjenjivanja reznica – *Recent knowledge on possibilities of silver fir cloning by rooting of cuttings*

Metodom zakorjenjivanja reznica moguće je uspješno klonirati običnu jelu, čak i u starijoj dobi, ali je potrebno naglasiti da su literaturni podaci o toj temi vrlo šturi.

Pogodno vrijeme za skupljanje reznica vrlo je različito opisano. Mogu se pronaći informacije o skupljanju reznica u lipnju/srpnju ili veljači (Međerović i Ferhatović 2003), zatim siječnju/veljači (Toogood 1999) te u ožujku (Hocevar 1983).

Općenito se smatra da se povećanjem dobi majčinskih stabala sposobnost zakorjenjivanja njihovih reznica smanjuje, a kakvoća se korijenskoga sustava rameta pogoršava. Osim toga, utjecaj topofizi- sa izražen je do 13 godina nakon zakorjenjivanja u obliku plagiotropnoga rasta (Korpel i dr. 1982). Postoje autori koji ne specificiraju dob, nego predlažu da se uzimaju samo mlade biljke (Toogood 1999). Barzdajn (1986) izvješćuje o uspješnom zakorjenjivanju reznica uzetih samo s biljaka u dobi do pete godine. S druge strane, Hocevar (1983) navodi

uspješno zakorjenjivanje stabala obične jele između 5. i 16. godine. Općenito se može zaključiti da je s povećanjem dobi jedinke puno važnije obratiti pozornost na mjesto s kojega se uzimaju reznice.

Što se tiče pogodnoga položaja reznica na matičnom stablu, podaci su također vrlo raznoliki. Pojedini autori preporučuju uzimanje jednogodišnjih izbojaka (Toogood 1999), postranih jednogodišnjih izbojaka (Barzdajn 1986), a savjetuje se i uzimati reznice iz središnjega dijela krošnje (Hocevar 1983).

Autori većinom preporučuju tretman reznica biljnim hormonima, no on nije specificiran (Toogood 1999, Barzdajn 1986), te uz hormonski tretman preporučuju i ozljeđivanje baze odnosno skidanje kore s baze reznica (Hocevar 1983). Međerović i Ferhatović (2003) preporučuju tretman reznica hormonom IAA (koncentracije 50 mg/l) bez ozljeđivanja baze reznica.

Preporučeni supstrat za zakorjenjivanje reznica najčešće je mješavina treseta i pijeska, no autori ne navode točne omjere. Kako bi se izbjeglo zasićenje supstrata vodom, vrlo bitna karakteristika medija za zakorjenjivanje mora biti prozračnost, a kako bi se potakla i održala aeracija oko baze reznica Hocevar (1983), ne preporučuje se skidanje iglice s baze reznica.

Što se tiče tretmana reznica nakon primarne obrade, različiti autori preporučuju različite tretmane. Tako Toogood (1999) preporučuje grijanje supstrata na 15–20 °C i folijarnu prihranu nakon pupanja, a Hocevar (1983) preporučuje održavanje visoke zračne vlage na 95–100 %.

Iz svega navedenoga može se zaključiti da ne postoji jedinstven postupak uspješnoga autovegetativnoga razmnožavanja obične jele metodom zakorjenjivanja reznica.

Cilj je ovoga istraživanja bio identificirati optimalni postupak autovegetativnoga razmnožavanja selektiranih plus jedinki radi stvaranja početnoga matičnjaka (tzv. živičnjaka). Iz literature se daje zaključiti da ne postoji pouzdan i jedinstven postupak zakorjenjivanja reznica koji bi se odmah pouzdano mogao primijeniti. Stoga je potrebno ispitati uspješnost različitih kombinacija tretmana i identificirati potencijalni postupak koji bi dao zadovoljavajuće rezultate u našim uvjetima.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

Radi istraživanja uspješnosti različitih kombinacija tretmana i identifikacije potencijalnoga postup-

ka koji bi dao zadovoljavajuće rezultate u našim uvjetima, nužno je bilo ispitati utjecaj sljedećih čimbenika na uspjeh zakorjenjivanja i kvalitetu sadnica u našim uvjetima:

- vrijeme skupljanja reznica s matičnih stabala
- položaj reznica na matičnom stablu (gornja, srednja ili donja etaža krošnje)
- hormonski tretman reznica
- tip hormona
- koncentracija hormona
- vrijeme tretiranja baze reznica hormonom.

S obzirom na ispitivanje nabrojenih čimbenika provedena su dva pokusa koji se opisuju u nastavku.

2.1 Prvi pokus – *Study 1*

U prvom je pokusu pozornost bila usmjerena na ispitivanje uspješnosti zakorjenjivanja s obzirom na trajanje hormonskoga tretiranja (10 s, 1 h, 2 h) i tip hormonskoga preparata, te na uspješnost zakorjenjivanja s obzirom na položaj reznica u etažama krošnja matičnih stabala (gornja, srednja ili donja trećina krošnje). Cilj je bio ispitati utjecaj položaja reznica u krošnji i vremenskoga tretiranja specifičnim koncentracijama i vrstama hormona.

2.1.1 Postupci s reznicama – *Procedures with cuttings*

Dana 1. 4. 2015. godine, u poljima Hrvatskoga šumarskoga instituta, odrezane su grane s deset 20-godišnjih stabala obične jele po etažama – gornja, srednja i donja etaža, tj. gornja, srednja i donja trećina krošnje. Sa svake jedinice odrezano je prosječno šest vršnih dijelova grana (duljine oko 1 m) po etaži. Grane su odrezane oko cijeloga opsega krošnje, a imale su otprilike pet jednogodišnjih izbojaka (najčešće jedan vršni i četiri do šest postranih). Odrezane grane pomiješane od svih stabala stavljene su u plastične vreće i označene s obzirom na etažu krošnje. Odrezane su grane tretirane fungicidnim sredstvom (Neoram WG /bakreni oksiklorid/ u koncentraciji 0,5 %) i pohranjene u hladnjaču na temperaturu od $3 \pm 2^\circ\text{C}$ te relativnu vlagu zraka od 60 %.

Dana 27. 4. 2015. godine grane su izvađene iz hladnjače. Jednogodišnji izbojci (reznice) odrezani su voćarskim škarama te je rez dodatno obrađen skalpelom, dok iglice nisu odstranjivane. Reznice, njih ukupno 270 po etaži, tretirane su sa IBA (indol maslačna kiselina) i NAA (naftil octena kiselina) (hormonima iz grupe biljnih hormona auksina) u ra-

zličitim koncentracijama (5000, 2500, 500 i 250 ppm) i različitim vremenom tretiranja baze reznica (10 sekundi, 1 sat i 2 sata). Za tretiranje reznica korišten je i komercijalni preparat Clonex (gotovi hormonski proizvod u obliku gela). Reznice su zatim pikirane u kontejnere »Bosnaplast« s 33 rupe, 18 cm dubine. Rupe su prethodno napunjene supstratom treset : perlit u omjeru 56 : 44 % (mješavina 250 L treseta i 200 L perlita). Kontejneri s reznicama pohranjeni su na stolove u plastenik. Grijanjem stolova održavala se temperatura donjega dijela reznica na min. 20°C , a sustavom orošavanja održavala se zračna vlaga na 80 %. Reznice su neposredno nakon pikiranja tretirane fungicidnim sredstvom Kastor (aktivna tvar: kaptan 50 %; koncentracije 0,3 % u količini 20 litara vode /otopine).

U listopadu 2015. godine reznice su izvađene iz kontejnera, determinirana je uspješnosti zakorjenjivanja svake pojedine reznice, utvrđen broj korijenjskih žila zakorijenjenih reznica te izmjerena duljina najdulje razvijene korijenjske žile na svakoj zakorijenjenoj reznici.

2.2 Drugi pokus – *Study 2*

Drugi se pokus razlikuje od prvoga u vremenu uzimanja reznica s matičnih stabala, po uzorkovanju matičnim stablima i po tome što je ovaj put istraživano zakorjenjivanje reznica zasebno po matičnim stablima. Pozornost je bila usmjerena na ispitivanje uspješnosti zakorjenjivanja s obzirom na tip i koncentraciju hormonskoga tretmana te na razlike među genotipovima (plus stablima). Nisu postojale razlike u vremenskom trajanju tretiranja baze reznica jer su sve bile tretirane u trajanju od 10 sekundi.

Dana 10. 11. 2015. odrezane su grane iz donjega dijela krošnje selektiranih plus stabala u pokusnom nasadu obične jele Brloško (Ivanković 2005). Grane su stavljene u PVC vreće, označene pripadajućim brojevima plus stabala, transportirane do Hrvatskoga šumarskoga instituta i pohranjene u mračnu i hladnu prostoriju.

Dana 11. 11. 2015. s grana su odrezani jednogodišnji izbojci (80 komada po stablu) te su tretirani različitim koncentracijama i vrstama hormona u trajanju od približno 10 sekundi. Korišteni su ovi hormoni: IBA 10000 ppm – 20 reznica, IBA 2500 ppm – 20 reznica te mješavina IBA 2500 + NAA 500 ppm – 20 reznica. Preostalih 20 reznica ostavljeno je netretirano kao kontrola. Reznice su pikirane u tzv. *paper-pot* saće s 80 heksagonalnih otvora dubine 15 cm, napunjenih supstratom treset : pijesak u omjeru 3 : 1, uz dodane male količine perlita. Saća s etike-

tama postavljena su na stol u plasteniku. Uključeno orošavanje održavalo je zračnu vlagu na 70 % te je baza reznica grijana na 22 °C.

Potkraj rujna 2016. godine izvađene su reznice iz *paper-pot* saća, determinirana je uspješnosti zakorjenjivanja svake pojedine reznice, utvrđen je broj korijenskih žila zakorijenjenih reznica te izmjerena duljina najdulje razvijene korijenske žile na svakoj zakorijenjenoj reznici (slika 1).



Slika 1. Zakorijenjena reznica obične jele
Fig. 1 Rooted cutting of silver fir

2.3 Statistička obrada podataka – *Statistical analysis*

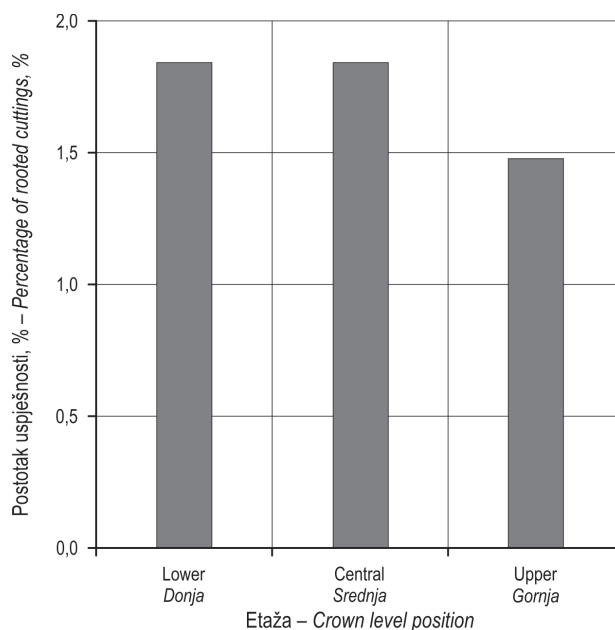
Podaci dobiveni opisanim izmjerama obrađeni su deskriptivnom statističkom analizom u programu *MS Excell 2016* radi utvrđivanja aritmetičkih srednjih vrijednosti za mjerena svojstva po različitim tretmanima i s obzirom na istraživane čimbenike (mjesto uzimanja reznica, vrijeme uzimanja reznica, hormonski tretman, genotip).

3. Rezultati i rasprava – *Results and discussion*

3.1 Prvi pokus – *Study 1*

Dobiveni rezultati uspješnosti zakorjenjivanja reznica s obzirom na etaže krošnje matičnih stabala prikazani su na slici 2. Reznice odrezane iz donje i srednje etaže pokazale su uspješnost zakorjenjivanja od samo 1,85 %, tj. samo pet zakorijenjenih reznica od ukupno 270. Zakorjenjivanje reznica iz gornje etaže bilo je još slabije jer su se zakorijenile samo četiri reznice (1,48 %).

Iz ovakvih rezultata može se uočiti blagi pad uspješnosti zakorjenjivanja reznica iz gornje trećine krošnja matičnih stabala. Međutim, opći slabi



Slika 2. Postotak zakorijenjenosti reznica s obzirom na etaže krošnja matičnih stabala

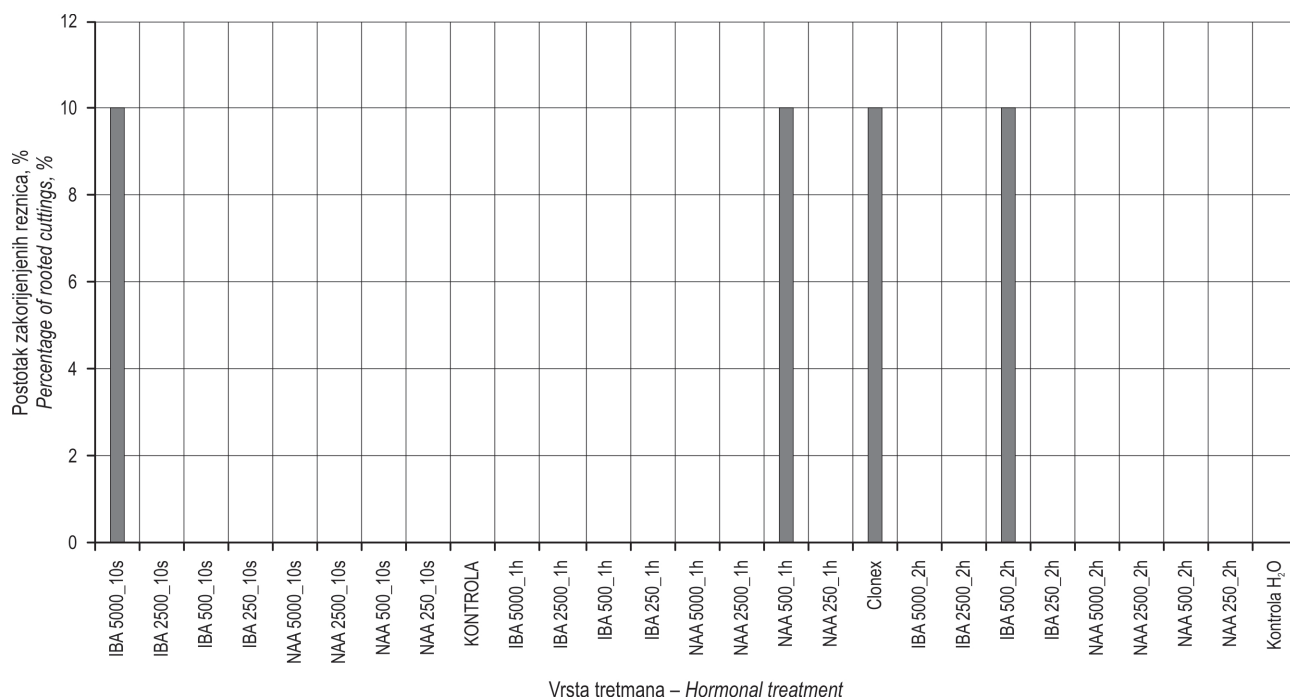
Fig. 2 Percentage of rooted cuttings regarding their crown level position (lower, middle and upper third of the crown, respectively)

uspjeh zakorjenjivanja reznica ukazuje na drugi problem, a to je vjerojatno visoka dob matičnih stabala.

3.1.1 Rezultati s obzirom na hormonske tretmane baze reznica iz gornje etaže krošnja – *Results due to hormonal treatments of cuttings taken from the upper crown*

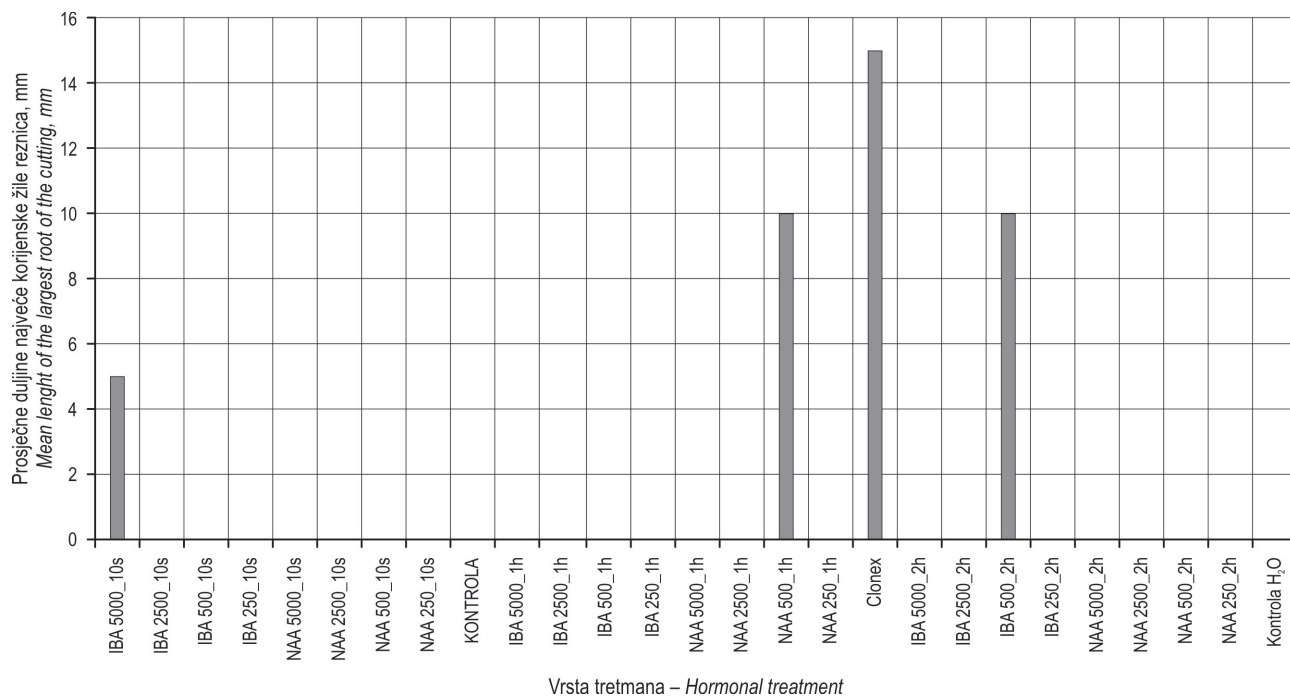
Rezultati uspješnosti zakorjenjivanja reznica uzetih iz gornje trećine krošnje matičnih stabala, a s obzirom na primijenjene hormonske tretmane, prikazani su slikom 3. Sve četiri zakorijenjene reznice bile su tretirane hormonom, dok ni jedna kontrolna (netretirana) reznica iz ove etaže nije bila zakorijenjena. To pokazuje opravdanost primjene hormona. Međutim, rezultati ne dopuštaju zaključak koji se tip hormona može preporučiti ni u kojem vremenu trajanja tretiranja jer je svaka zakorijenjena reznica tretirana drukčijom kombinacijom (slika 3).

Ako usporedimo duljine najduže korijenske žile s obzirom na tretmane (slika 4) s postotkom uspješnosti zakorjenjivanja (slika 3), rezultati pokazuju nešto bolju kvalitetu zakorijenjenih reznica iz gornje etaže primjenom komercijalnoga preparata Clonex. Međutim, zbog tako maloga broja reznica ne može se dati jasna preporuka.



Slika 3. Postotak zakorijenjenih reznica iz gornje etaže s obzirom na hormonske tretmane

Fig. 3 Percentage of rooted cuttings taken from the upper third of the crown per hormonal treatment



Slika 4. Prosječne duljine najveće korijenske žile reznica iz gornje etaže krošnje s obzirom na hormonske tretmane

Fig. 4 Mean length of the largest root of cuttings taken from the upper third of the crown per hormonal treatment

3.1.2 Rezultati s obzirom na hormonske tretmane baze reznica iz srednje etaže krošanja – *Results due to hormonal treatments of cuttings from the middle crown*

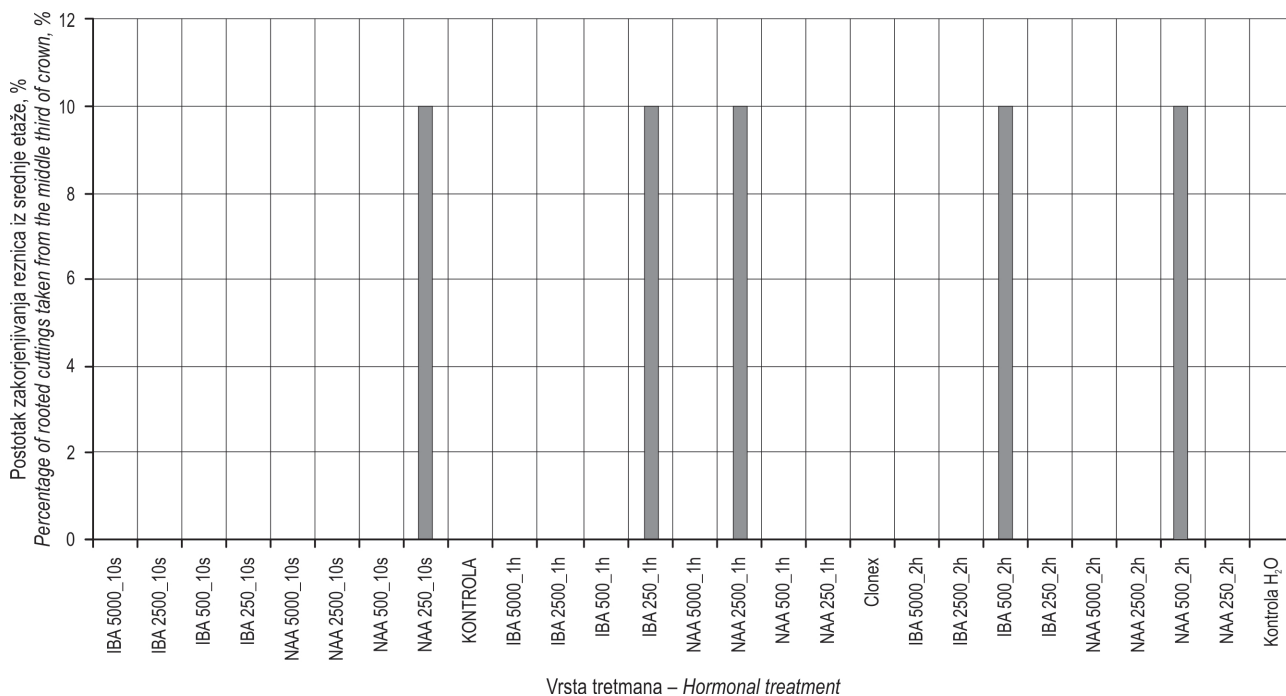
Na slici 5 prikazani su postoci uspješnoga zakorjenjivanja reznica uzetih iz srednje etaže (srednje trećine) krošanja matičnih stabala. Kao i kod reznica iz gornje etaže, i ovdje su sve zakorijenjene reznice tretirane hormonom, dok ni jedna kontrolna reznica nije bila zakorijenjena. Međutim, ni jedna koncentracija hormona (kombinacija) nije toliko značajno poboljšala postotak zakorjenjivanja da bi se mogla preporučiti u tehnologiji masovne proizvodnje. Štoviše, većina korištenih hormonskih tretmana nije postigla cilj.

Analizom rezultata kvalitativnih pokazatelja korijena (slika 6 i slika 7) može se uočiti da je primjena hormona NAA u koncentraciji 500 ppm u trajanju od 2 sata imala nešto bolje vrijednosti (veći broj korijenskih žila i veća duljina korijena). Ipak, to nije dovoljno da bi se takav tretman mogao preporučiti u komercijalnom smislu.

3.1.3 Rezultati s obzirom na hormonske tretmane baze reznica iz donje etaže krošanja – *Results due to hormonal treatments of cuttings from the lower crown*

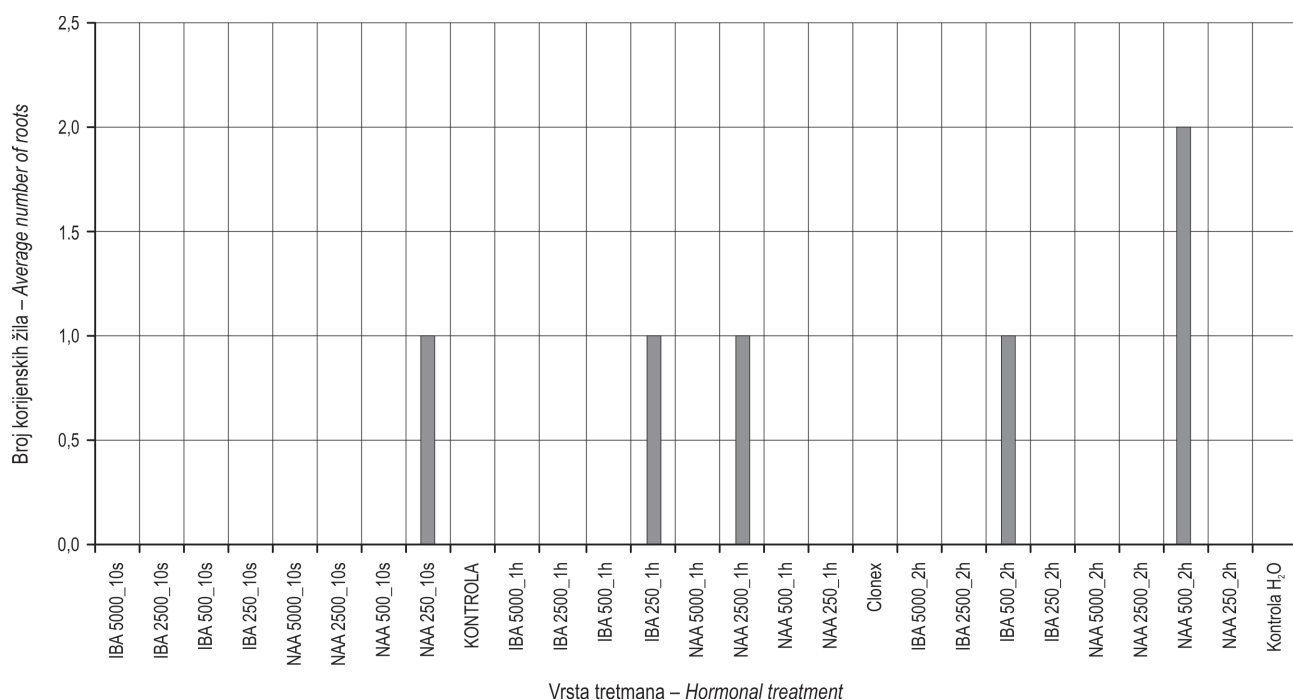
Slikama 8, 9 i 10 prikazani su rezultati uspješnosti primjene hormonskih tretmana pri zakorjenjivanju reznica uzetih iz donje etaže matičnih stabala. Iako je uspješnost zakorjenjivanja reznica i iz te etaže bila vrlo skromna, i ovdje se mora konstatirati da su sve zakorijenjene reznice bile hormonski tretirane. Tretman hormonom IBA koncentracije 2500 ppm u trajanju od 10 s izdvojio se u odnosu na ostale po višem postotku uspješnoga zakorjenjivanja (20 %).

Zaključno, vrlo je teško na temelju dobivenih rezultata uspješnosti zakorjenjivanja reznica s obzirom na etaže krošnje matičnih stabala i primijenjene hormonske tretmane dati praktične preporuke. Postoci zakorijenjenih reznica bili su vrlo niski, neovisno o etaži ili tretmanu. Međutim, može se uočiti da ni jedna kontrolna reznica nije bila zakorijenjena odnosno da su sve zakorijenjene reznice bile hormonski tretirane. To upućuje na opravdanost primjene hormona u postupku zakorjenjivanja reznica obične jele. Ipak, zbog zanemarivo maloga broja zakorijenjenih reznica nije moguće preporučiti ni jedno primijenjeno hormonsko tretiranje. Možemo samo konstatirati da je najbolji uspjeh u ovom istraživanju (premda skroman – 20 %) postignut primjenom hormona IBA koncentracije 2500 ppm u trajanju od 10 s, i to na reznicama uzetim iz donje etaže matičnih stabala.

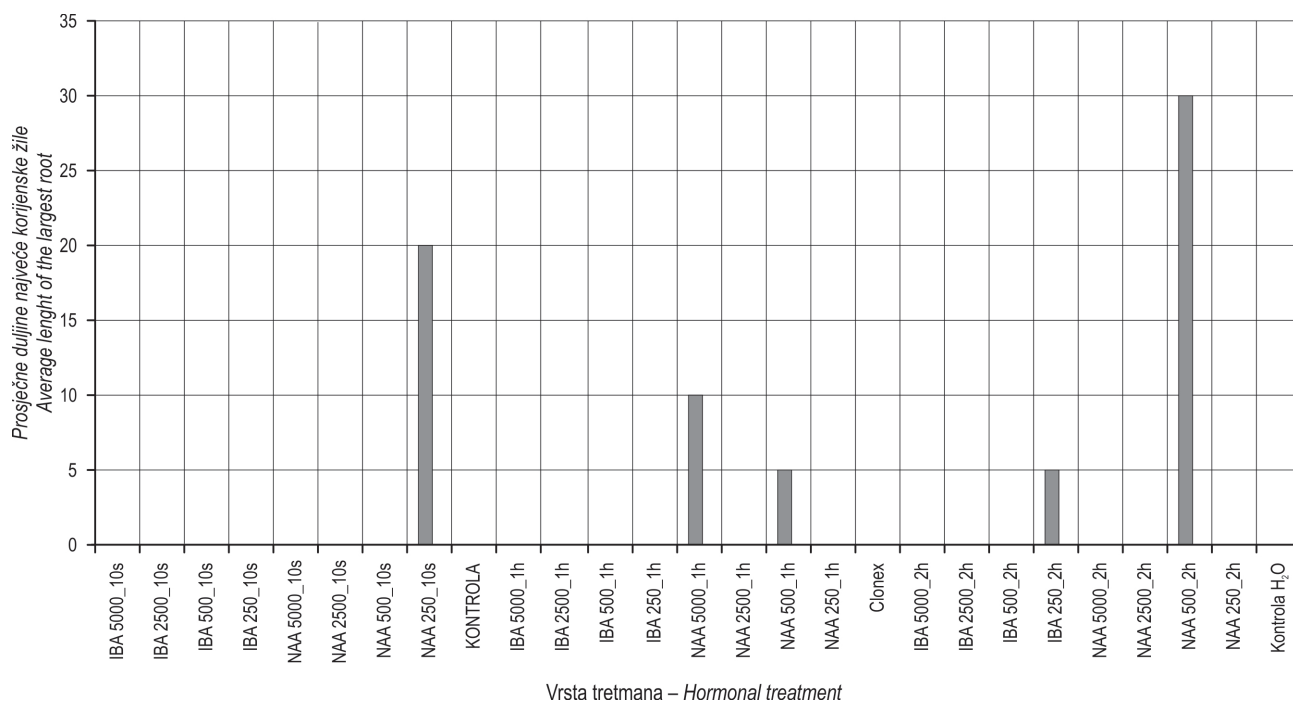


Slika 5. Postotak zakorjenjivanja reznica iz srednje etaže s obzirom na hormonske tretmane

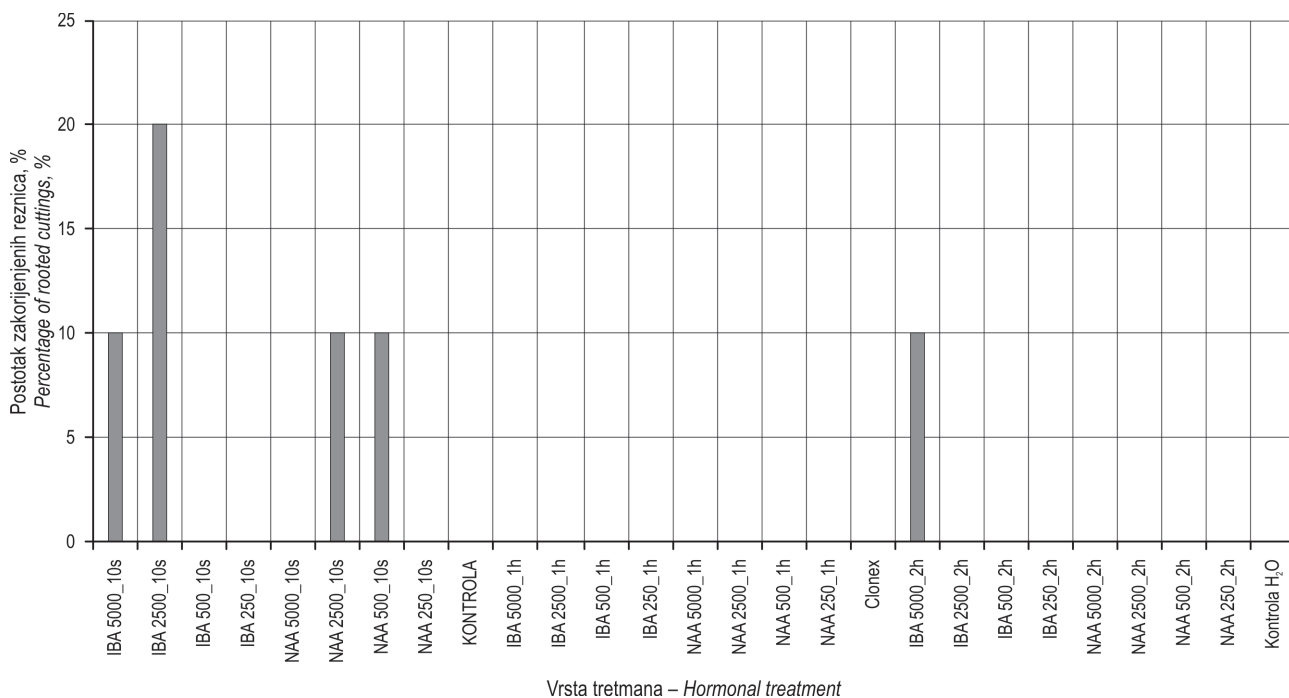
Fig. 5 Percentage of rooted cuttings taken from the middle third of the crown due to hormonal treatment



Slika 6. Prosječan broj korijenskih žila zakorijenjenih reznica iz srednje etaže krošnje s obzirom na hormonske tretmane
Fig. 6 Average number of roots per cutting taken from the middle third of the crown, due to hormonal treatments

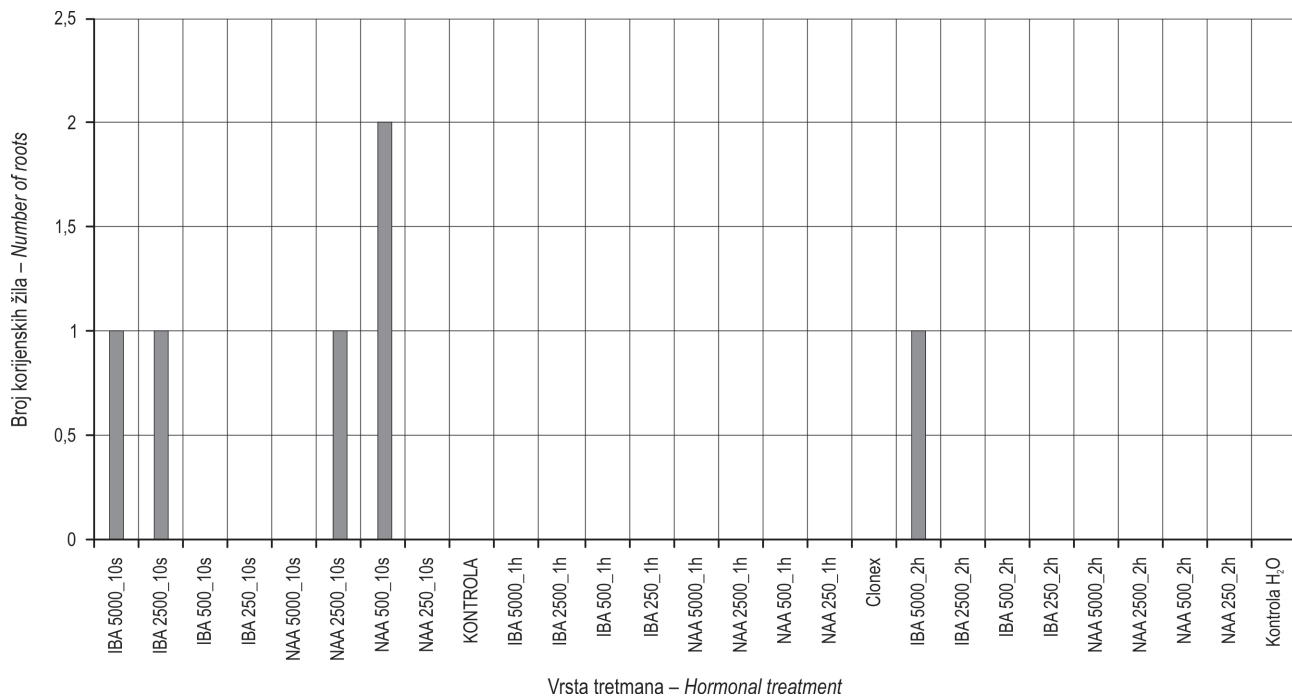


Slika 7. Prosječna duljina najveće korijenske žile zakorijenjenih reznica iz srednje etaže krošnje s obzirom na hormonske tretmane
Fig. 7 Average length of the largest root of cuttings taken from the middle third of the crown, due to hormonal treatments



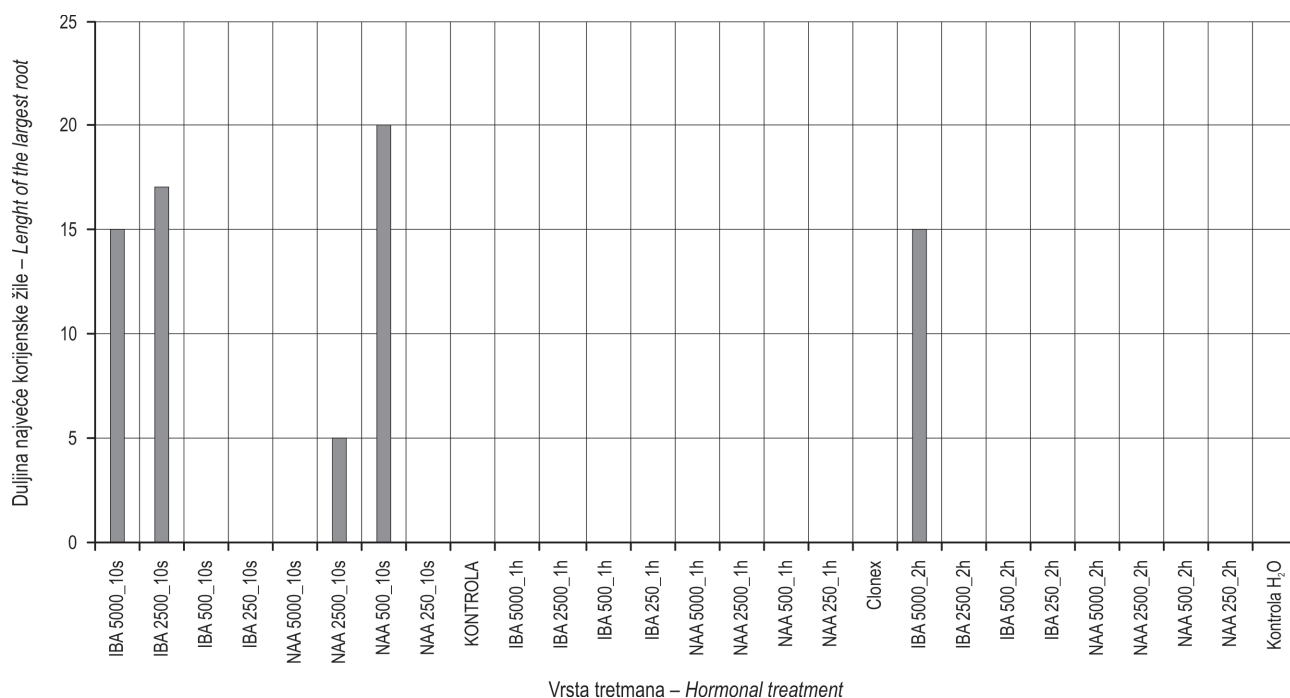
Slika 8. Postotak zakorijenjenih reznica iz donje etaže s obzirom na hormonske tretmane

Fig. 8 Percentage of rooted cuttings taken from the lower third of the crown, due to hormonal treatments



Slika 9. Prosječan broj korijenskih žila zakorijenjenih reznica iz donje etaže krošnje s obzirom na hormonske tretmane

Fig. 9 Average number of roots per cutting taken from the lower third of the crown, due to hormonal treatments



Slika 10. Prosječna duljina najveće korijenske žile zakorijenjenih reznica iz donje etaže krošnje s obzirom na hormonske tretmane
Fig. 10 Average length of the largest root of cuttings taken from the lower third of the crown, due to hormonal treatments

3.2 Drugi pokus – Study 2

Sve reznice iz ovoga dijela istraživanja skupljene su u studenom iz donje etaže plus stabala obične jele. Reznice su tretirane različitim tipovima i koncentracijama hormona u trajanju od 10 sekundi.

3.2.1 Uspješnost zakorjenjivanja reznica s obzirom na genotip i tip hormonskoga tretiranja – Rooting success due to genotype and hormonal treatment

Slikom 11 prikazani su rezultati uspješnosti zakorjenjivanja reznica po analiziranim genotipovima (plus stabla) s obzirom na primijenjene tipove hormonskoga tretmana. Kod 10 od ukupno 18 genotipova zabilježeno je zakorjenjivanje reznica.

Postotak zakorijenjenih reznica kretao se od minimalnih 5 % do maksimalnih 40 %. Dakle, ako uzmemo u obzir svih 18 genotipova, prosječno se zakorijenilo 9 % reznica iz donje etaže analiziranih matičnih stabala. To je nešto slabiji uspjeh u usporedbi s reznicama uzetim iz donje etaže stabala u rano proljeće (prvi pokus – prosječno se zakorijenilo 12 % reznica). S obzirom na navedeno, a i zbog značajno viših troškova zakorjenjivanja reznica skupljenih u jesen (potreba zimskoga grijanja, dugotrajnija primjena orošavanja i dr.), može se preporučiti

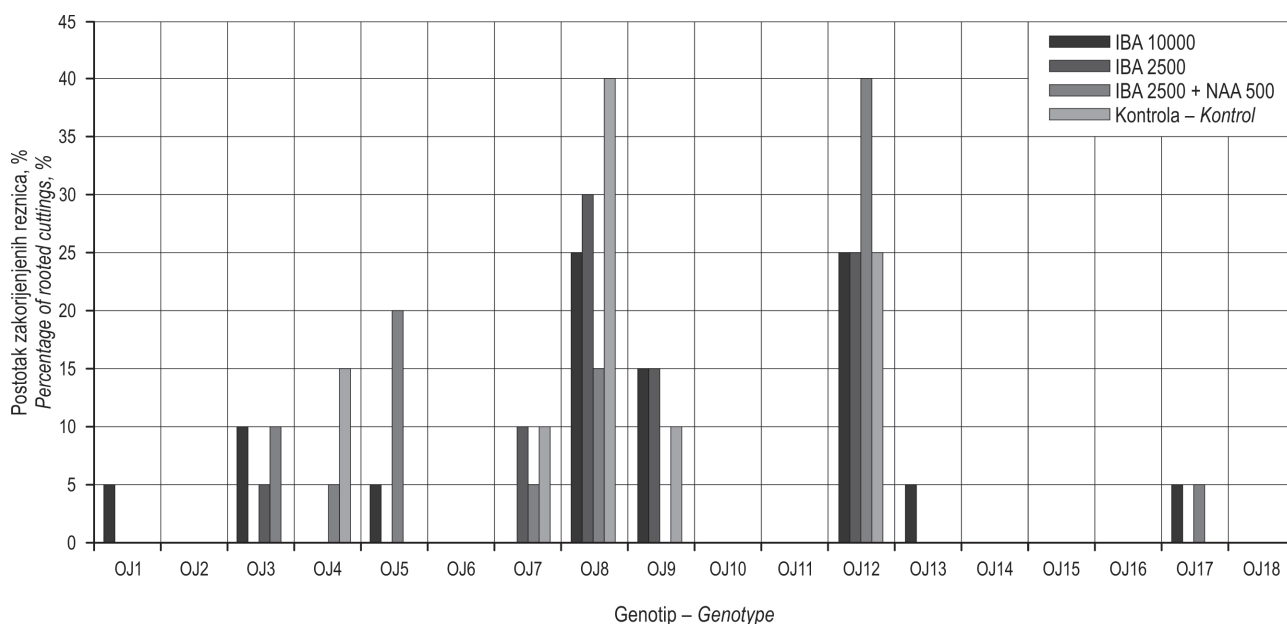
uzimanje reznica obične jele u rano proljeće, a ne u kasnu jesen.

Kod 7 od 10 zakorijenjenih genotipova hormonsko tretiranje reznica pridonijelo je većemu uspjehu zakorjenjivanja, dok kod 3 genotipa hormonsko tretiranje nije pokazalo veći uspjeh u usporedbi s kontrolom.

Može se uočiti da su se genotipovi izrazito razlikovali i u sposobnosti zakorjenjivanja netretiranih reznica, i u reakciji na različite hormonske tretmane. Analizirajući uspješnost tipova hormonskih tretmana, može se uočiti da je najveći broj reznica zakorijenjen primjenom hormona IBA koncentracije 10 000 ppm (ukupno 19 reznica kod 8 genotipova), slijedi primjena kombinacije IBA 2500 + NAA 500 (20 reznica kod 6 genotipova) te kontrola (20 reznica kod 5 genotipova).

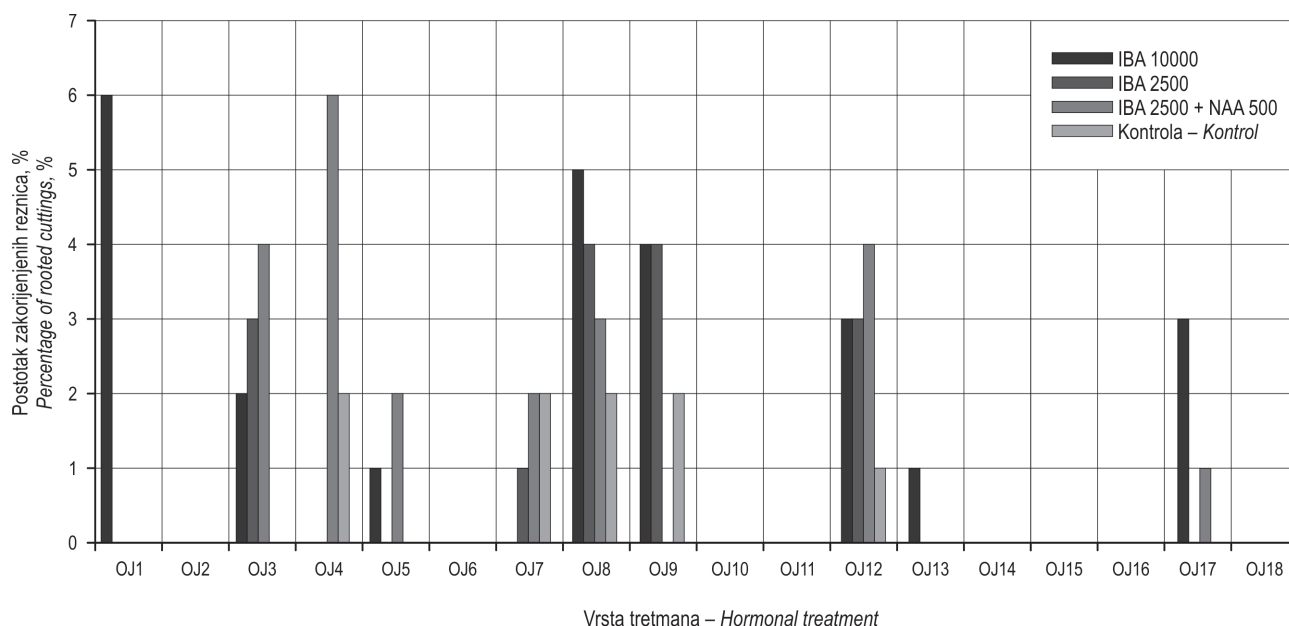
Navedeni rezultati nisu dovoljno uvjerljivi pa ne dopuštaju davanje konkretnih preporuka za uporabu specifičnoga hormonskoga tretmana koji bi značajno poboljšao zakorjenjivanje reznica većine genotipova.

Što se tiče kvalitativnoga parametra – broja korijenskih žila, može se uočiti (slika 12) kako su pojedini hormonski tretmani ipak uspješno djelovali na povećanje broja korijenskih žila. Ako bi se usporedi-



Slika 11. Postotak zakorijenjenosti reznica s obzirom na genotipove i hormonske tretmane

Fig. 11 Percentage of rooted cuttings due to genotypes and hormonal treatments



Slika 12. Prosječan broj korijenskih žila s obzirom na genotipove i hormonske tretmane

Fig. 12 Average number of roots per cutting due to genotype and hormonal treatment

le slike 11 i 12, moglo bi se vidjeti kako nizak, odnosno visok postotak zakorjenjivanja reznica ne podrazumijeva manji, odnosno veći broj korijenskih žila. Vidljivo je to, na primjer, ako se promatra genotip OJ1 koji je zakorijenjen sa samo 5 % uspješnosti hor-

monom IBA 10000 ppm, ali ako se pogleda prosjek broja korijenskih žila, taj je tip tretmana potencirao razvoj čak 6 žila. Isto je pokazao i genotip OJ4 tretiran hormonom IBA 2500 + NAA 500 ppm. Reznice genotipa OJ8 imale su najviši postotak zakorjenjiva-

nja u kontroli (40 %), ali su te reznice imale relativno nizak broj korijenskih žila (2) u odnosu na reznice zakorijenjene hormonskim tretiranjem. To ipak pokazuje da su hormonski tretmani i kod ovoga genotipa imali pozitivno djelovanje.

4. Zaključci – Conclusions

Kloniranje stabala obične jele metodom zakorjenjivanja odrvenjelih reznica imalo je vrlo nisku uspješnost. Primijenjene pokusne metode nisu se pokazale dovoljno učinkovitima za potrebe masovnog kloniranja stabala u dobi od 20 i više godina.

Hormonsko tretiranje baze reznica povećalo je uspješnost zakorjenjivanja i kvalitativna svojstva korijena u odnosu na netretirane reznice, ali dobiveni rezultati nisu dovoljno uvjerljivi da bi omogućili praktične preporuke. Najveći uspjeh, premda skroman (20 %), postignut je primjenom hormona IBA u koncentraciji 2500 ppm u trajanju od 10 s, i to na reznicama uzetim u rano proljeće iz donje trećine krošanja matičnih stabala.

Reznice uzete sa stabala te dobi uglavnom se nisu zakorijenile bez hormonskoga tretiranja. Međutim, identificirani su specifični genotipovi čije su se reznice zakorijenile i bez hormonskoga tretmana, premda s vrlo niskim postotkom uspješnosti. Utvrđena je velika međugenotipska varijabilnost i u sposobnosti zakorjenjivanja netretiranih reznica, i u reakciji na hormonsko tretiranje.

Rezultati jasno upućuju na vrlo skromne mogućnosti uspješnoga kloniranja obične jele te dobi meto-

dom zakorjenjivanja odrvenjelih reznica. Međutim, povećanje uspješnosti kloniranja tom metodom moglo bi se postići rejuvenilizacijom matičnih stabala (npr. intenzivnim orezivanjem ili opetovanim cijepljenjem), što će biti okosnica nastavka ovoga istraživanja.

5. Literatura – References

- Barzdajn, W., 1986: Influence of the position of shoots of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the crown on the rooting of prepared of them lignified cuttings. Sylwan, 130(5): 45–52.
- Bogdan, S., I. Katičić Bogdan, 2015: Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja. Interna recenzirana skripta, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 224 str.
- Bogdan, S., I. Čehulić, M. Ivanković, 2017: Začetak oplemenjivanja božićnih drvaca u Hrvatskoj. Nova mehanizacija šumarstva, 38(1): 91–96.
- Ivanković, M., 2005: Genetička i fenotipska varijabilnost hrvatskih i slovenskih provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.). Doktorski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 128 str.
- Korpel, Š., L. Paule, A. Leffers, 1982: Genetics and breeding of the silver fir (*Abies alba* Mill.). Ann. Forest., 9(5): 151–184.
- Međedović, S., Dž. Ferhatović, 2003: Klonska proizvodnja sadnica drveća i grmlja. Bemust, Sarajevo, 216 str.
- Toogood, A., 1999: Propagating plants. The Royal Horticultural Society. Dorling Kindersley, London, 70–91.
- Von Hocevar, M., 1983: Vegetative Vermehrung der Weissanne (*Abies alba* Mill.) mit stecklingen. Forstwiss Cent., 102(1): 55–62.

Abstract

*Influence of Hormonal Treatments on Rooting of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Hardwood Cuttings*

The cloning of silver fir trees by rooting of hardwood cuttings is allegedly feasible, even at older age. However, very scarce literature on this topic does not define a reliable method or technology that could be used for effective cloning of the species. By selecting plus trees in one base population, a breeding process of silver fir as a Christmas tree was initiated in Croatia. The next stage of the process is the optimization of the cloning procedure of selected plus trees for the mass production of their reproductive material (seedlings). It is assumed that in this way qualitative reproductive material exhibiting stability of targeted phenotypic traits will be produced.

The main aim of the research was to determine the success of various hormonal treatments on rooting of hardwood cuttings of older silver fir trees (20+ years). Two experiments were carried out. In the first experiment, 270 cuttings were cut in early spring from each of the three crown levels (upper, middle and lower third of the crown), on a sample of 10 trees. The cuttings from each level were treated with 24 different treatments (dipped in IBA and NAA hormone solutions of 250, 500, 2500 and 5000 ppm for 10 s, 1 h and 2 h). In addition to these treatments, 10 cuttings from each crown level were treated with a commercial hormone product named Clonex (a gel). Additional 10 cuttings were treated with distilled

water for 2 h and the remaining 10 were not treated. The last two groups of cuttings served as a control of the success of the analyzed hormonal treatments. Another study was conducted on 80 cuttings cut in late fall from the lower third of the crown of 18 selected plus trees. Twenty cuttings were treated for 10 s with: (i) 2500 ppm IBA solution, (ii) 10000 ppm IBA solution, and (iii) 2500 ppm IBA + 500 ppm NAA solution. The remaining 20 cuttings served as a control. Afterwards, the cuttings were placed in containers filled with peat, sand and perlite substrate. The rooting success, the number of roots per cutting, and the length of the longest developed root were determined later in October.

The percentage of rooted cuttings was very low, regardless of the collection time of cuttings, their position in the crown or hormonal treatment (0–20%). It was generally concluded that the cloning of silver fir trees by rooting of hardwood cuttings had a very low success. Applied experimental methods have not been shown to be effective for mass cloning of trees at the age of 20 and over. Hormonal treatment of cutting base increased the efficiency of their rooting and the quality of developed roots in relation to untreated cuttings although the obtained results were not convincing enough to allow practical recommendations. The highest success (20% of rooted cuttings) was achieved by dipping cuttings taken in early spring from the lower third of the crown of trees in IBA hormone solution of 2500 ppm for 10 s. Generally, cuttings taken from trees at that age were not rooted without hormone treatment. However, specific genotypes whose cuttings have been rooted even without a hormonal treatment have been identified, although performing a very low percentage of rooting. Great intergenotypic variation was established, both in the ability to root untreated cuttings as well as in responses to hormonal treatment of cuttings.

Keywords: Christmas trees, breeding, plus trees, cloning, genotypes, IBA, NAA

Adrese autorâ – Authors' addresses:

Sara Jurčević, mag. ing. silv.
e-pošta: saraj@sumins.hr
Ivica Čehulić, dipl. ing. šum.
e-pošta: ivicac@sumins.hr
Dr. sc. Mladen Ivanković
e-pošta: mladeni@sumins.hr
Hrvatski šumarski institut
Zavod za genetiku, oplemenjivanje šumskog drveća
i sjemenarstvo
Cvjetno naselje 41
10450 Jastrebarsko
HRVATSKA

Prof. dr. sc. Saša Bogdan*
e-pošta: sbogdan@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i
botaniku
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (Received): 22. 10. 2018.

Prihvaćeno (Accepted): 13. 11. 2018.

* Glavni autor – Corresponding author

An Overview of Forest Management in the Republic of Korea

Hyein Shin

Abstract – Nacrtak

By the 1950s, Korean forests had become very devastated after the Korean War. Since then, the forest area and the growing stock have recovered in remarkable speed. Through various forest restoration policies, now 63% of Korea is covered with forests, which amounts to 6.335 million ha. Currently, the growing stock of Korean forests is showing an increase every year. On the contrary, forest area is decreasing because of the so called »Forest Land Conversion« project. Due to the project, forests have been converted for other purposes such as new roads, housing construction, industrial complexes, etc. In 2015 the growing stock was 924.81 million m³, higher by 15.6% than in 2010. This is a 12.4-fold increase from 1973, when the »Erosion Control and Greening Project« began. The main conifer species in Korea are red pine (*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.), Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.), Japanese larch (*Larix kaempferi* Lamb.), Pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) and Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa* Siebold & Zucc., Endl.) and Oak species (*Quercus* spp.), Japanese chestnut (*Castanea crenata* Siebold & Zucc.), Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and Birch (*Betula* spp.). The percentage of forestry vehicles such as harvesters, tower yarders and processors is remarkably low in South Korea. Short-wood logging method with a chain saw for felling and bucking the trees and excavators equipped with grapples for timber extraction are the most widely used harvesting system in South Korea. The current density of Korean forest roads is only 3.32%.

Keywords: Korean forests, forestry overview, red pine, wood grab

1. Introduction – Uvod

By the 1950s, Korean forests had become very devastated after the Korean War. Since then, the forest area and the growing stock have recovered at remarkable speed. Korean forest management played a large role in the basis of this growth (Kwon 2014). Through various forest restoration policies, now 63% of Korea is covered with forests. Currently, the growing stock of Korean forests is showing an increase every year. On the contrary, forest area is decreasing. Furthermore, although the growing stock is showing an upward trend, Korean timber self-sufficiency still remains low. This situation in Korea has been caused by a combination of factors such as forest management methods and social situation in Korea. To solve these problems, the forest management of Korea focuses on sustainable forest development.

2. History of forest management *Povijest gospodarenja šumama*

This chapter was written with reference to documents of National Archives of Korea (2018). The history of forest management in Korea can be divided into five major periods.

2.1 After liberation (1946–1966) – *Nakon oslobođenja (1946–1966)*

At the time of independence, forests of Korea were extremely devastated. The procurement of war materials during Japanese colonial period, the population growth after liberation, the Korean War, the demand of material for post-war recovery and the disappearance of forest management function have resulted in the degradation of forest resources.

In addition, in the 1940s and 50s, there was little alternative for fuel besides forest fuel wood, so a huge amount of wood was consumed. The total forest land was 6.81 million ha, and the amount of tree stock was around 5.4 million m³. The forest policy and business of Korea were abolished after the Korean War in 1950, but they resumed their activities in January 1952 after the promulgation of »Temporary Law for Forest Protection«.

2.2 Since the launch of the Korea forest service (1967–1972) – *Nakon pokretanja Korejske šumarske službe (1967–1972)*

Since the enactment of Temporary Law for Forest Protection, the government has struggled to recover the devastated forests, and planted the fast-growing species like Japanese alder, Pitch pine, Black locust, etc. However, due to lack of resources, lack of skills, and poor follow-up management, ruined forests were not restored properly. With the launch of the economic development project, much improvement has been made in the forestry policy sector, and the Forest Law representing the basic forestry law, was enacted.

In 1967, the forest administration organization belonging to the Ministry of Agriculture was launched separately as »Korea Forest Service« and a »7-year Forest Protection Project« was established.

For the purpose of recovering desolate forests, 412,000 ha of forest for fuel wood production, 332,000 ha of seedling forest, 2000 ha of bamboo groves and 222,000 ha of improved poplar were planted. In order to eliminate the forest destruction source, the government promoted the arrangement of shifting cultivation together with creating forest for fuel wood exploitation.

2.3 The first erosion control and greening period (1973–1978) – *Prvi projekt kontrole erozije i pošumljavnja (1973–1978)*

The first »Forest Protection« regulations and »Greening Period« were established when the rural development movement was actively promoted. As the national income increased, fuel wood was replaced with alternative fuels such as anthracite. The first 10-year, »Erosion Control and Greening Project« was planned to manage the forest resources in terms of national land conservation and development. The goal of this project was reforestation of the country. By the »Associate Erosion Control and Greening Project« with rural development movement, the forests around rural areas were planted and protected by residents themselves, and community-based forest activities were also promoted. Also, the

planting proportion of long term growing species and fast-growing species was set to 3:7. At this time, follow-up management was thoroughly carried out by the seedling inspection system. The plan was originally planned for ten years from 1973 to 1982, but achieved its goal in 1978, four years ahead of its original timescale. Afforestation of about 1.08 million hectares, silviculture of about 4.213 million hectares of lands, and the erosion control project of 42,000 hectares were completed together with production of 3454 million tree seedlings. Although the goal was achieved, the fundamental problems such as the problem of ownership or the management of small-scale forests, reachable funds, the tax system, and the necessity of legal modification were still present.

2.4 The second erosion control and greening period (1979–1987) – *Drugi projekt kontrole erozije i pošumljavnja (1979–1987)*

Because of the export-led industrialisation policy and economic policies focusing on heavy chemical industries in the 1970s, the proportion of the agriculture and forestry sector declined sharply during this period. Due to the rapid population growth, economic development, and improved living standards, the demand for timber has increased. At the same time, the import volume of overseas timber gradually increased after the liberalization of imports of timber, and the self-sufficiency rate, which was 21% in the 1970s, gradually decreased to 15% in 1980. The second »Erosion Control and Greening Project« began in 1979. As a result of the second erosion control and greening project, 80 large-scale economic forests were established and continuous silviculture was carried out in natural forests.

2.5 After the forest restoration period (1988–today) – *Nakon razdoblja obnove šuma (1988–danas)*

The forest restoration was resolved to some extent through the 1st and 2nd erosion control and greening projects. Therefore, from this time on, Korean forest management set the goal to maximise the productivity of the mountain areas through harmonious promotion of development of forest resources and for social benefit. 320,000 hectares of economic forests were afforested, and the silviculture of 303,000 hectares of forests was carried out. Furthermore, with the goal of establishing sustainable forest management infrastructure, 12 laws were created, including the Forest Basic Act and the Mountain Management Act. The conservation management system for mountain areas was also established.

3. Forest resources – Šumska područja

3.1 Forest area and growing stock – Šumske površine i drvena zaliha

The total forest area of South Korea is 6.335 million ha, which is 63.2% of Korea's land area. The ratio of Korean forests is high enough to rank fourth among OECD member countries, following Finland (73.1%), Japan (68.5%) and Sweden (68.4%).

As shown in Fig. 1, after the liberation from Japan in 1945, the forests in Korea were very devastated and the forest area was 6.415 million ha. The forest area recovered rapidly through the »Forest Protection Project« and the 1st and 2nd »Erosion Control and Greening Project«, but since then, the forest area has been decreasing. In 2015, the forest area decreased by an annual average of 6846 ha over five years since 2010, reaching 6.335 million ha. This is a 0.54% decrease from 2010.

The reason why Korea's forest area is decreasing every year is the »Forest Land Conversion« project. As forests have been converted for other purposes such as new roads, housing construction, industrial complexes, etc., the forest area has been decreasing. The main causes for the forest land conversion are roads (23.8%), building sites (19.8%), factories (10.9%) and agricultural lands (7.1%). In other words, non-agricultural reasons (54.6%) other than agricultural

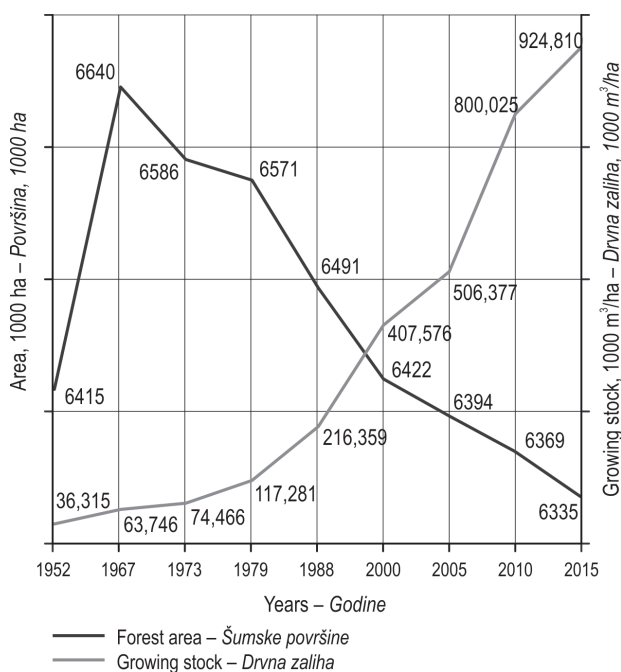


Fig. 1 Forest area and growing stock in South Korea from 1952 to 2015 (Korea Forest Service 2015)

Slika 1. Šumske površine i drvena zaliha od 1952. do 2015. (Korejska šumarska služba, 2015)

are prevailing (Korea Forest Service 2011). If forest management is maintained at the same level as now, the forest area is expected to decrease continuously to reach 6.225 million ha in 2030.

On the other hand, the growing stock in South Korea is increasing every year (Fig. 1). Growing stock in 2015 was 924.81 million m³, higher by 15.6% than in 2010. This is a 12.4-fold increase from 1973 when the »Erosion Control and Greening Project« began. The reason for the rapid increase in the growing stock is that 9.5 billion trees planted through the »Forest Protection Project« and the »Erosion Control and Greening Project« reached the young matured stand of 31–50 years also as a result of the forest resource management implemented by the Korea Forest Service in 1998.

The growing stock is expected to exceed 1000 million m³ by 2020 and 1176 million m³ by 2030. The growing stock per ha has also increased from 6 m³/ha to 145.99 m³/ha since 1952 (Fig. 2). In 2030 it is expected to be 189 m³/ha with the further decrease of the forest area and increase of the growing stock.

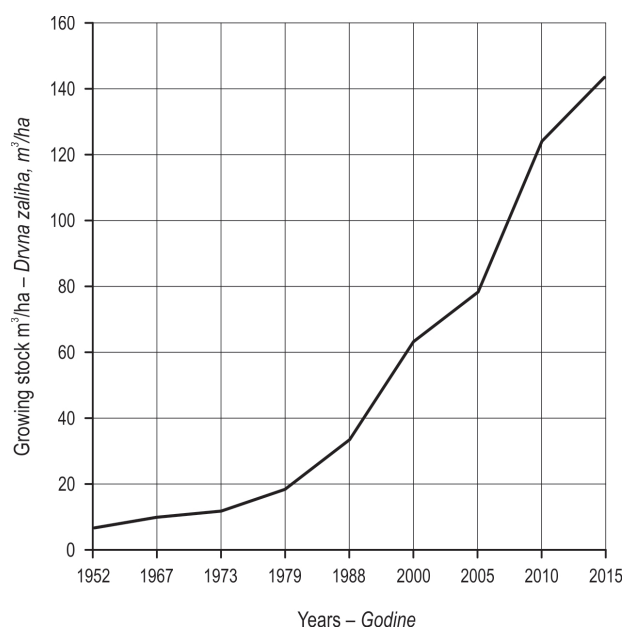


Fig. 2 Growing stock per ha in South Korea from 1952 to 2015 (Korea Forest Service 2015)

Slika 2. Drvena zaliha u Južnoj Koreji od 1952. do 2015. (Korejska šumarska služba, 2015)

3.2 Forest ownership – Vlasništvo

Due to the national forest expansion policy that promotes social values of forests and expands carbon sinks, the national forest area is increasing, while the amount of private forests is decreasing.

Table 1 Forest area and growing stock by ownership structure from 2010 to 2015 (Korea Forest Service 2015)**Tablica 1.** Šumske površine i drvena zaliha po vlasništvu od 2010. do 2015. godine (Korejska šumarska služba, 2015)

Ownership Vlasništvo	2010				2015			
	Area Površina		Growing stock Drvena zaliha		Area Površina		Growing stock Drvena zaliha	
	ha	%	m ³	%	ha	%	m ³	%
Total forest area – Ukupna površina šuma	6,369,000	100	800,025,000	100	6,335,000	100	924,810,000	100
National forest area – Državne šume	1,543,000	24.2	229,113,000	28.6	1,618,000	25.5	264,191,000	28.6
Public forest – Javne šume	488,000	7.7	60,179,000	7.5	467,000	7.4	72,831,000	7.9
Private forest – Privatne šume	4,338,000	68.1	510,734,000	63.9	4,250,000	67.1	587,787,000	63.5

The growing stock per ha is the highest in national forests where systematic management is carried out based on forest management projects such as afforestation, forest conservation, and logging.

In the case of private forests, only 40% of forests are managed by forest management project. The average area of private forests is small - about 2.1 ha, so the management and investments are not done properly.

3.3 Tree species – Vrste drveća

As of 2015, coniferous forests (2.339 million ha) accounted for the largest portion of Korean forest area (Table 2), but have decreased steadily since 2003 because of their vulnerability to forest fires and pine wilt disease. The percentage of conifer forests in the growing stock per hectare is also the highest.

Fig. 3 shows the share of the most important tree species in South Korea. The main conifer species

in Korea are Red pine (*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.), Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.), Japanese larch (*Larix kaempferi* Lamb.), Pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) and Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa* Siebold & Zucc., Endl.). Red pine is the most common one, accounting for 35.8% in all forests in the state. Other pine species, like Korean pine and pitch pine, also account for a large proportion of Korean coniferous trees.

The major broadleaved species in Korea are Oak species (*Quercus* spp.), Japanese chestnut (*Castanea crenata* Siebold & Zucc.), Black locust (*Robinia*

Table 2 Share of forest area and growing stock by forest types in 2015 (Korea Forest Service 2015)**Tablica 2.** Udjeli šumske površine i drvene zalihe po vrstama šume u 2015. godini (Korejska šumarska služba, 2015)

Species – Vrsta šume	Growing stock Drvena zaliha	Forest area Površina šume
	%	%
Coniferous Četinjace	38.1	38.5
Broad-leaved Listače	33.2	33.4
Mixed forest Miješane šume	28.7	28.1

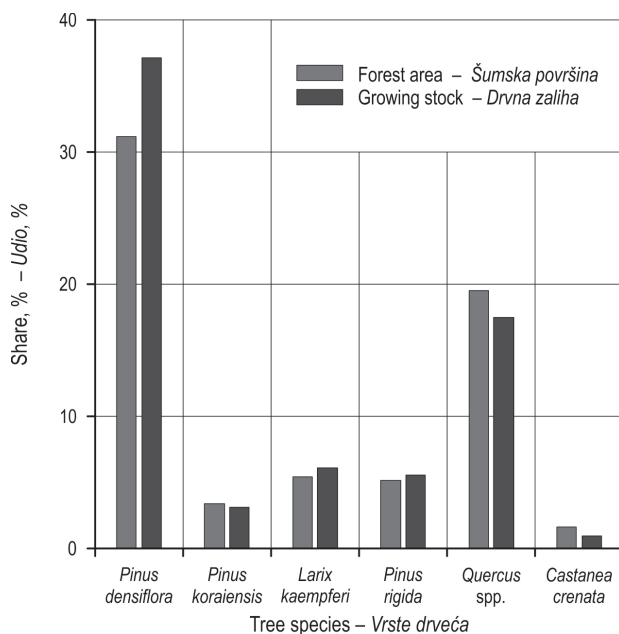
**Fig. 3** Forest area and growing stock by key tree species in 2015 (Korea Forest Service 2017)**Slika 3.** Šumske površine i drvena zaliha po vrstama drveća u 2015. godini (Korejska šumarska služba, 2015)

Table 3 Age structure of South Korean forests in 2015 (Korea Forest Service 2015)**Tablica 3.** Dobna struktura šuma Južne Koreje u 2015. godini (Korejska šumarska služba, 2015)

Categories [*]	Total	Age					
		I (1–10)	II (11–20)	III (21–30)	IV (31–40)	V (41–50)	VI (>50)
Forest area – <i>Površina šuma</i> , 1000 ha	6074	203	160	1334	2831	1137	409
Growing stock – <i>Drvena zaliha</i> , 1000 m ³	924,810	–	7481	158,980	454,191	217,563	86,595

^{*}Without degraded forest land, bamboo groves

pseudoacacia L.) and Birch (*Betula* spp.). Out of these, Oak species account for 22.3% of the forest area in Korea.

matured stands. This is the result of afforestation of 3.7 million hectares in the period 1962–1987.

3.4 Age structure – *Dobni razredi*

As shown in Table 3, around 70% of the forest stands belong to the age classes IV, V and VI. The proportion of the forest stands under 30 years of age continues to decline. The 21–50 year-old forests account for 80% of the forest area, indicating that the age structure of Korean forests has shifted to young

4. Harvesting systems and forest roads

Sječni sustavi i šumske prometnice

4.1 Harvesting systems – *Sječni sustavi*

The percentage of forestry vehicles such as harvesters, tower yarders, processors is remarkably low in South Korea (Table 4). Short-wood logging method with a chain saw for felling and bucking

Table 4 Forestry machinery and equipment in 2016 (Korea Forest Service 2017)**Tablica 4.** Šumarska vozila i strojevi u 2016. godini (Korejska šumarska služba, 2017)

Machinery and vehicles <i>Strojevi i vozila</i>	Institution – <i>Poduzeće</i>			
	R.S. Intendancy <i>Regionalne šume</i>	Provincial government <i>Šume lokalne samouprave</i>	National Forestry Cooperative Federation <i>Državne savezne šume</i>	Total <i>Ukupno</i>
Chain saw – <i>Motorna pila</i>	768	5140	1354	7262
Excavator – <i>Utovarivač</i>	83	64	80	227
Bucket capacity 0.3 m ³ or less <i>Obujam radnoga tijela do 0,3 m³</i>	74	55	55	184
Bucket capacity 0.4–0.7 m ³ or less <i>Obujam radnoga tijela od 0,4 do 0,7 m³</i>	7	6	23	36
Bucket capacity 0.8 m ³ or more <i>Obujam radnoga tijela iznad 0,8 m³</i>	2	3	2	7
Tractor – <i>Poljoprivredni traktor</i>	94	60	12	166
Winch – <i>Vitlo</i>	170	961	85	1216
Chute – <i>Točilo</i>	25	484	30	539
Tractor skidder – <i>Poljoprivredni traktor s vitlom</i>	120	55	21	196
Excavator skidder – <i>Utovarivač s vitlom</i>	41	15	9	65
Forwarder – <i>Forvarder</i>	29	16	15	60
Tower yarder – <i>Žičara</i>	9	8	7	24
Processor – <i>Procesor</i>	12	-	2	14
Skidder – <i>Skider</i>	1	-	1	3
Skyline – <i>Šumska žičara</i>	1	-	1	2
Wood grab – <i>Hvatalo</i>	88	59	70	217
Other – <i>Ostalo</i>	12	35	-	47
Total – <i>Ukupno</i>	1453	6897	1688	10,038

the trees and excavators equipped with grapples (so called wood grab) for timber extraction is the most widely used harvesting system in South Korea (Seol 2016).

Wood grab (Fig. 4) is now being used for the collection and loading of timber as well as during construction of skid roads. When producing short-wood with the use of a wood grab, production costs can be reduced, but only cheap raw materials such as pulp, boards, or sawdust are usually produced (Choi 2012). This method is inefficient because it does not use wood biomass and is not suitable for the production of wood with larger diameters (Kim and Park 2013). Driving excavators in forests is also a major cause of road erosion and soil runoff and these vehicles cause serious damage to forests especially on sloped terrain (Park 2004). The same



Fig. 4 Wood grab on a forest road (source: www.alamy.com)
Slika 4. Utovarivač s hvatalom na šumskoj cesti
(izvor: www.alamy.com)

Table 5 Forest road length and density (Korea Forest Service 2018)

Tablica 5. Duljina šumskih cesta te gustoća cesta (Korejska šumarska služba, 2018)

Categories <i>Vlasništvo</i>	Forest area <i>Šumska površina</i> 1000 ha	Construction of forest roads until 2014, km <i>Izgradnja šumskih cesta do 2014., km</i>	Construction of forest roads, km <i>Izgradnja šumskih cesta, km</i>			Construction of forest roads until 2018 <i>Izgradnja šumskih cesta do 2018.</i>			
			2015	2016	2017	Total <i>Ukupno</i>		Commercial forests <i>Gospodarske šume</i>	
						Length, km <i>Duljina, km</i>	Density, % <i>Gustoća, %</i>	Length, km <i>Duljina, km</i>	Density, % <i>Gustoća, %</i>
Non- national forest <i>Privatne i javne šume</i>	4717	13,257	438	407	427	14,529	3.08	6858	4.1
National forest <i>Državne šume</i>	1618	5820	213	209	293	6535	4.03	4341	6.55
Total <i>Ukupno</i>	6335	19,077	651	616	720	21,064	3.32	11,196	4.8

author concludes that 48.77 % of Korean land has slopes above 60 %, while 34.05 % has slopes between 37–60 %.

4.2 Forest roads – Šumske prometnice

As shown in Table 5, the current density of Korean forest roads is only 3.32%, which is insignificant compared to other countries. In addition to the problem of insufficient mechanisation level in timber harvesting, the main obstacle in harvesting timber in Korea is the low density of forest roads. Even when the forestry mechanisation is updated, if forest road facilities are not designed and built properly, it will be difficult to achieve high efficiency.

Currently, Korean forest resources reaching the final age are increasing. However, forestry machinery and infrastructure are poor (Kim 2013). Solving

these problems will increase domestic timber production, so continuous investments in infrastructure are essential.

5. Final remarks *Zaključna razmatranja*

Growing stocks in Korea are increasing, while forest areas are decreasing and in spite of the increase of the growing stock, Korean timber procurement and sustainability is low. Effective forest management and policies are urgently needed to solve these problems.

Currently, the forest resources of Korea are mature enough and it is expected that it will be possible to increase the growing stocks and timber self-sufficiency more efficiently by providing adequate forest infrastructure. Continuous investments to increase the density of forest roads are essential

and by improving the outdated and poor forestry machinery, the lack of labour force will be compensated (Kim 2013).

It is also necessary to establish policies to increase the production of timber in private forests and private forests should be more included in the sustainable development of Korean forests.

6. References

- Chang, C., Seok, H., 1997: Prediction of Forest Land Decrease and Preservation Planning. *Forest Economics Research*, 5(1): 1–12.
- Jeon, Y., Woo, L. J., Mi, S., Woo, H. S., Choi, Y. H., Kim, M. J., 2005: The Current Status and Improvement of Forest Conversion in Korea. *Korean Society of Environmental Ecology*, 2005(1): 100–101.
- Kim, K., 2013: Application of The Delphi Technique to Increase Domestic Timber Supply: Policies and Prospect. *Agricultural Life Science Research*, 47(5): 43–53.
- Korea Forest Service 2015: Timber Supply and Demand Planning. http://www.forest.go.kr/newkfsweb/html/HtmlPage.do?pg=/resource/resource_040301.html&mn=KFS_02_01_04_03_01 (accessed on 14.6.2018).
- Korea Forest Service 2017: Forestry Statistics Yearbook, http://www.forest.go.kr/newkfsweb/cop/atDt=&ntcEndDt=&orgId=kfs&mn=KFS_02_03_06 (accessed on 14.6.2018).
- Korea Forest Service 2018: Status of Forest Facilities by Year. http://www.forest.go.kr/newkfsweb/html/HtmlPage.do?pg=/conser/conser_0302_html&mn=KFS_02_01_05_02 (accessed on 14. 6. 2018).
- Kwon, O., 2014: An Analysis on the Economic Effects of Forest Management Extension Service. *Forest Economics Research* 21(1): 13–26.
- Lee, S., Jung, B., Kim, K., Jeon, H., Jo, M., 2017: An Analysis for the Economic Impact of Forest Road Investment. *Journal of the Korean Forest Science Society* 106(2): 219–229.
- Kim, M. K., Park, S. J. 2013: An Analysis of the Operational Cost in the Whole-Tree and Cut-to-Length Logging Operation System. *Journal of the Korean Forest Science Society*, 102(2): 229–238.
- National Archives of Korea 2018. <http://theme.archives.go.kr/next/forest/outline/greenKept.do> (accessed on 14.6.2018)
- Park, S., 2004: An Analysis of the Yarding Operation System with a Mobile Tower-yarder. *Journal of the Korean Forest Science Society* 93(3): 205–214.
- Seol, A., Han, H., Jung, Y., Chung, H., Chung, J., 2016: Analyzing the Economic Efficiency of Short-wood Wood Grab Logging and Whole-Tree Cable Logging Operations. *Journal of the Korean Forest Science Society* 105 (2): 231–237.

Sažetak

Pregled gospodarenja šumama u Južnoj Koreji

Nakon korejskoga rata šume Južne Koreje bile su devastirane, ali od tada do danas šumske površine i drvena zaliha obnavljaju se velikom brzinom. Zbog raznih propisa vezanih uz zaštitu šuma danas je 63 % površine pod šumom, što čini ukupno 6,335 milijuna hektara površine. Drvena je zaliha u Južnoj Koreji u porastu pa je tako 2015. godine iznosila 924 810 000 m³, dok se površina šuma s vremenom smanjuje. Zbog projekta »Konverzije šumskih površina« mnoge se šumske površine prenamjenjuju najčešće u građevinske površine na kojima je potom moguća izgradnja javnih prometnica, naselja ili industrijskih pogona. Drvena je zaliha 2015. godine bila 15,6 % viša nego 2010. godine, što čini porast od 12,4 puta u usporedbi s podacima iz 1973. godine kada je na snagu stupio državni projekt »Pošumljavanje i kontrola erozije«. Najčešće su vrste drveća u Južnoj Koreji crveni bor (*Pinus densiflora* Siebold et Zucc.), korejski bor (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.), japanski ariš (*Larix kaempferi* Lamb.), smolasti bor (*Pinus rigida* Mill.) i hinoki pačempres (*Chamaecyparis obtusa* Siebold et Zucc. ex Endl.), ali i razne vrste hrasta (*Quercus* spp.), japanski kesten (*Castanea crenata* Siebold et Zucc.), bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) i vrste breze (*Betula* spp.). Broj šumarskih vozila i strojeva, kao što su harvester, šumska žičara, procesor i slično, ne zadovoljava te je potrebna modernizacija sustava pridobivanja drva. Drveće se najčešće siječe motornom pilom lančanicom, a vrlo je i česta uporaba građevinskih strojeva prenamijenjenih za rad u šumarstvu, npr. utovarivač s ugrađenim hvatalom. Gustoća je cesta u Južnoj Koreji na niskih 3,32 %.

Ključne riječi: šume Južne Koreje, pregled gospodarenja šumom, crveni bor, utovarivač s hvatalom

Received (Primljeno): August 01, 2018.
Accepted (Prihvaćeno): October 26, 2018.

Authors' address – Adresa autora:

Hyein Shin, MSc.
e-mail: stardust8554@gmail.com
109-902, 595 Seoljuk-ro
Buk-gu, Gwangju
REPUBLIC OF KOREA

Pregled dobre prakse u šumarskom poduzetništvu

Mario Šporčić, Matija Bakarić, Ivo Crnić, Matija Landekić

Nacrtak – Abstract

U radu se daje pregled dobrih rješenja i postupaka u šumarskom poduzetništvu. Pregled je sastavljen na osnovi dostupnih literaturnih izvora i glavnim dijelom predstavlja prikaz dokumenta organizacijâ FAO i UNECE pod naslovom *Guide to good practice in contract labour in forestry* (Vodič za dobru praksu u šumarskom poduzetništvu). U uvodnom se dijelu rada, uz neka opća obilježja ugovornoga izvođenja radova u šumarstvu, opisuju svi mogući dionici šumarskoga poduzetništva, njihove uloge, zadaci i odnosi. Nadalje se, unutar smjernica dobre prakse, obrađuju različiti aspekti i dimenzije šumarskoga poduzetništva s fokusom na ljudske resurse i radne uvjete. Zasebni se dijelovi odnose na pitanja ekonomske održivosti, konkurencije, suradnje i organizacije poduzetnika, zatim sigurnosti i zdravlja, radnoga vremena, korištenih tehnologija i dr. Svako je od obrađenih pitanja predstavljeno kratkim obrazloženjem, a zatim su izloženi glavni principi, ciljevi i moguće posljedice dobre prakse u tom području. Svako se pitanje također ilustrira odabranim primjerom iz europskoga i sovjetskoga šumarstva. Sastavljeni pregled kroz primjerene načine ponašanja i postupanja u šumarskom poduzetništvu svojevrsan je vodič ili model koji pruža smjernice i pomoć u uspostavi dobre poduzetničke prakse. Kao takav može biti koristan u šumarskoj praksi za poboljšanje u različitim aspektima poslovanja poduzetnika, odnosno za cjelokupno unapređenje šumarskoga poduzetništva i gospodarenja šumama općenito.

Ključne riječi: šumarstvo, ugovorni rad u šumarstvu, šumarsko poduzetništvo, dobra praksa

1. Uvod – Introduction

Važnost i značenje šumarskoga poduzetništva danas je u stalnom porastu, osobito u zemljama s visokom dinamikom tranzicije u šumarskom sektoru. S razvojem šumarskih tehnologija krajem 20. stoljeća i strukturnim promjenama u sektoru (prijelaz na tržišnu ekonomiju, restitucija prava vlasništva itd.) značajno se smanjio broj zaposlenika i radnih sredstava u mnogim šumarskim upravama i poduzećima kojima je povjereno gospodarenje državnim šumama. Ovo razdoblje karakterizira i razvoj novih poslovnih segmenata, kao što je pojava privatnih poduzetnika u izvođenju šumskih radova (Vondra i dr. 1997, Martinić 1998, Grosse 2000, Poschen 2000, Jaakola 2002, Šporčić 2005, Šalka i dr. 2006, Šporčić i dr. 2009). U međuvremenu su šumarski poduzetnici postali važna poveznica između šumovlasnika i posjednika i drvne industrije te nezamjenjiv dio u

pridobivanju drva i u drugim šumskim radovima (Drolet i Lebel 2010, Häggström i dr. 2013, Šporčić i dr. 2017).

Iako su mnoge početne teškoće prevladane, suvremeno poduzetništvo u šumarstvu i dalje obilježavaju brojni izazovi i problemi. Oni potječu iz samih poduzetničkih tvrtki i njihovih značajki, ali i njihova okruženja – uključenih dionika (poduzetnika, podizvoditelja, šumskih radnika, šumoposjednika, nadležnih državnih tijela, strukovnih udruga, utjecajnih skupina i dr.), zatim zakonodavnoga okvira u kojem djeluju, sustava i mjera izobrazbe te stručnoga osposobljavanja, djelotvornosti inspekcije rada, uvođenja i primjene novih tehnologija, kompetitivnosti, suradnje i organizacije na tržištu, državnih instrumenata u poticanju poduzetništva i sl.

Poduzetnici u šumarstvu danas trebaju predstavljati ekonomski i socijalno održive poslove. Oni

moraju biti u stanju ispuniti standarde izvedbe i kvalitete kakve zahtijevaju ne samo njihovi korisnici – šumoposjednici i drvna industrija, nego društvo u cjelini, uzimajući u obzir pritom sva državna i međunarodna socijalna i radnička prava. Takva bi poduzeća trebala biti u mogućnosti ponuditi i dalje razvijati prilike za održivo zapošljavanje ljudi iz ruralnih područja i na ruralnim područjima. Zapošljavanje u tim situacijama treba osigurati adekvatan prihod i socijalno prihvatljive uvjete za zaposlene radnike i za samozaposlene poduzetnike. Poduzetničke tvrtke također moraju razviti strategije i sustave koji će osigurati zdravlje i sigurnost njihovih zaposlenika, ali i jamčiti kvalitetu njihovih usluga i izvedenih radova. Te su strategije i postupci potrebni da bi osigurali sposobnost opstanka i razvoja svojih poslova unatoč brojnim poteškoćama i povećanoj konkurenciji na domaćem ili međunarodnom tržištu. Na takav način šumarski poduzetnici značajno pridonose održavanju i unapređenju socijalnih, ekonomskih i ekoloških struktura u ruralnim područjima.

S obzirom na značenje koje šumarski poduzetnici imaju te ulogu koju trebaju ispuniti u hrvatskom šumarstvu, u ovom se radu daje pregled dobrih rješenja i postupaka u šumarskom poduzetništvu. Pregled je sastavljen na osnovi obrade i analize dostupnih dokumenata i glavnim je dijelom prikaz dokumenta FAO i UNECE, organizacijâ Ujedinjenih naroda, iz 2011. godine pod naslovom *Guide to good practice in contract labour in forestry* (FAO 2011). U pregledu se prikazuju smjernice i primjeri dobre prakse iz različitih područja šumarskoga poduzetništva. U tom se smislu sastavljeni pregled može shvatiti kao svojevrsan vodič ili model dobre prakse u šumarskom poduzetništvu.

2. Problematika i ciljevi istraživanja *Research scope and objectives*

Poduzetništvo je u šumarstvu danas uobičajen model obavljanja šumskih radova širom svijeta. Angažiranje uslužnih izvođača šumskih radova i prijelaz na ugovorni rad donosi mnoge prednosti. To najčešće znači veću fleksibilnost i bolji financijski rezultat, a moguće je i kvalitetnije obavljanje radova zbog specijalizacije izvođača.

Usprkos nastojanjima da se u okviru privatnoga poduzetništva u šumarstvu osiguraju uvjeti za stručno, kvalitetno, sigurno i ekonomski uspješno obavljanje šumskih radova, očekivani se rezultati najčešće teško ostvaruju. Nedostatak investicija u opremu i osposobljavanje, upitna stručna razina izvođenja radova, niska razina sigurnosti zbog ne-

posjedovanja potrebnih vještina i znanja, upitna djelotvornost zaštite zdravlja radnika, nedjelotvorna inspekcija rada, nejasno određene zakonske obveze šumarskih poduzetnika i dr. slabe su strane ugovornoga rada u šumarstvu. Istodobno su šumarski poduzetnici pri ispunjavanju postavljenih zadaća suočeni s ovim problemima:

- očekuje se da budu produktivni, dobro opremljeni i ekološki osviješteni unatoč nelojalnoj konkurenciji, radu na crno i čestim dampinškim¹ cijenama
- moraju biti tehnički vješti i posjedovati poslovna znanja, iako sustavi uvežbavanja i izobrazbe nisu prilagođeni njihovim potrebama
- trebali bi pružati atraktivna, stabilna radna mjesta, iako količina posla fluktuirala, a ugovori su kratkoročni
- uzevši u obzir ekonomsku ovisnost o šumarskim upravama, odnosno poduzećima koja dodjeljuju posao, nejasno je trebaju li sebe smatrati poslodavcima ili posloprimcima.

U posljednjih 20–30 godina zabilježeni su mnogi pokušaji senzibilizacije i podizanja razine razumijevanja za situaciju šumarskih poduzetnika (Mäkinen 1997, Niskanen i dr. 2007, St-Jean i Lebel 2014, Crnić 2017). Na osnovi takvih skorašnjih nastojanja i iskustava nastala je ideja da se sastavi priručnik sa smjernicama za dobru praksu u šumarskom poduzetništvu koji bi obuhvaćao širok raspon raznovrsnih dobrih, uspješnih primjera iz poslovanja šumarskih poduzetnika. Takav priručnik, u obliku modela ili vodiča koji bi trebalo slijediti u ugovornom izvođenju šumskih radova, donio je 2011. godine stručni tim pod mandatom FAO/ECE/ILO Mreže stručnjaka za provedbu održivoga gospodarenja šumama (FAO 2011).

S obzirom na veliko značenje koje šumarski poduzetnici imaju u hrvatskom šumarstvu, smatralo se korisnim poduzetnicima te domaćoj znanstvenoj i stručnoj javnosti prikazati dio Priručnika koji su objavili FAO i UNECE i tako pridonijeti podlogama za unapređenje izvođenja šumskih radova i poboljšanje poslovanja šumarskih poduzetnika. Glavne su zadaće pri tome:

- obraditi glavne principe, ciljeve i posljedice dobre prakse u različitim aspektima šumarskoga poduzetništva
- prikazati smjernice i primjere dobre prakse u šumarskom poduzetništvu.

¹ Pridjev prema engl. *dumping* – prodaja robe i usluga na (inozemnom) tržištu po neobjektivno niskim cijenama (radi konkurencije i osvajanja tržišta).

Cilj je rada, na osnovi Priručnika FAO/UNECE, upozoriti na prilike za unapređenje poduzetništva u šumarstvu Republike Hrvatske. Prikazanim smjernicama i primjerima koji su oblikovani u svojevrsnom vodiču za dobru praksu, stvorit će se osnova za poboljšanje u različitim aspektima poslovanja šumarskih poduzetnika, odnosno cjelokupno unapređenje šumarskoga poduzetništva i gospodarenja šumama općenito.

2.1 Model dobre prakse u šumarskom poduzetništvu – *Good practice model in forestry entrepreneurship*

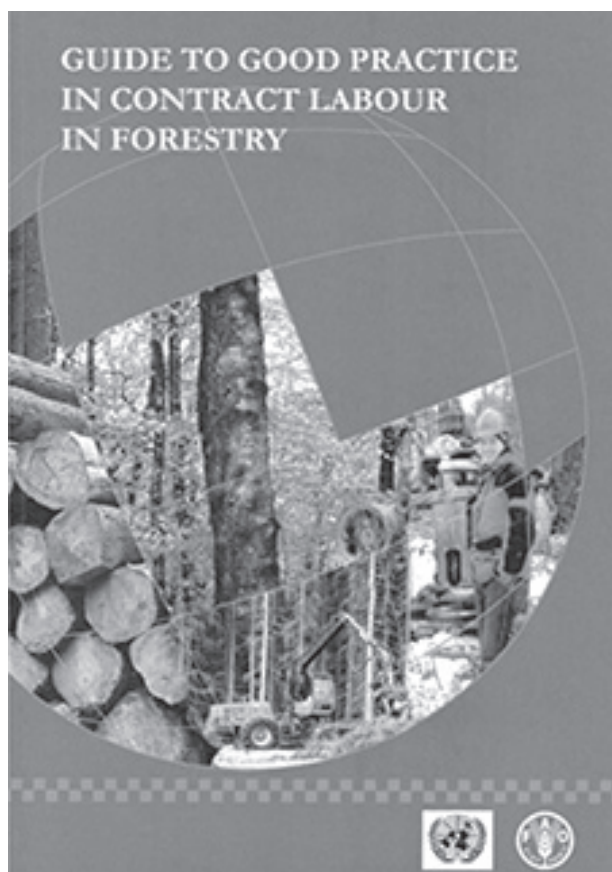
Rad se bavi pregledom, tj. modelom dobre prakse u šumarskom poduzetništvu, te primjerima i smjernicama dobre prakse upućuje na mogućnosti njegova unapređenja. Smjernice i primjeri dobre prakse izrađeni su na temelju Priručnika za dobru praksu u ugovornom radu u šumarstvu (*Guide to good practice in contract labour in forestry*, FAO 2011) koji su 2011. godine zajednički donijeli FAO Europska komisija za šumarstvo i UNECE Odbor za drvo² (FAO European Forestry Commission and UNECE Timber Committee). Priručnik je nastao kao rezultat rada stručnoga tima pod mandatom FAO/ECE/ILO Mreže stručnjaka za provedbu održivoga gospodarenja šumama (FAO/ECE/ILO Network of Experts for the implementation of sustainable forest management). Stručni tim za izradu Priručnika obuhvatio je raznovrsne stručnjake, uključivši predstavnike šumarskih poduzetnika, šumskih radnika, znanstvenih institucija i državnih tijela, a sve uz potporu FAO stručnjaka iz područja šumarstva.

Obrađeni je Priručnik svojevrsna kompilacija primjernih načina ponašanja i postupanja, odnosno poslovanja u ugovornom izvođenju šumskih radova. U tom je smislu on praktičan vodič ili model koji pruža smjernice, pomoć i savjete u razvoju prihvatljivih i socijalno odgovarajućih radnih uvjeta, zdrave konkurencije i ekonomski održivih poslova u šumarskom poduzetništvu. Kao takav može biti koristan u šumarskoj praksi, jednako za šumarske poduzetnike kao i za šumoposjednike, drvoprerađivače, predstavnike radničkih udruženja ili donositelje političkih odluka.

Primjeri poslovanja i organizacije šumarskih poduzetnika uglavnom su temeljeni na iskustvima iz poduzetništva u europskom i sjevernoameričkom šumarstvu. Ipak, vodič se drži dovoljno generičkim da može biti koristan za uspostavljanje dobre

poduzetničke prakse u šumarstvu bilo koje zemlje. Naime, iako je situacija među pojedinim zemljama različita, kada je u pitanju *outsourcing*³ šumarskih radova, postoji siguran trend koji pokazuje da će udio i značenje šumarskih poduzetnika u gospodarenju šumama i dalje rasti.

Sam model dobre prakse, kao i ovaj rad, strukturiran je u nekoliko segmenata. Nakon uvodnoga dijela posebno se opisuju svi mogući dionici šumarskoga poduzetništva te njihove uloge, zadaci i odnosi. U idućem se poglavlju, unutar smjernica dobre prakse, obrađuju različiti aspekti i dimenzije šumarskoga poduzetništva s naglaskom na ljudske resurse i radne uvjete. Zasebni se dijelovi odnose na pitanja ekonomske održivosti, konkurencije, suradnje i organizacije poduzetnika, zatim sigurnosti i zdravlja, radnoga vremena, primijenjenih tehnologija i dr. Svako je od obrađenih pitanja prvo predstavljeno kratkim obrazloženjem, a zatim su izloženi glavni



Slika 1. Priručnik za dobru praksu u ugovornom radu u šumarstvu (FAO 2011)

Fig. 1 *Guide to good practice in contract labour in forestry* (FAO 2011)

² FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations; UNECE – United Nations Economic Commission for Europe.

³ *Outsourcing* (engl.) – izdvajanje i ustupanje radova vanjskim poduzećima te prijelaz s vlastite, izravno zaposlene radne snage na ugovorne izvođače

principi, ciljevi i moguće posljedice dobre prakse u tom području. Svako se pitanje također ilustrira s odabranim primjerom dobrog poslovnog ponašanja, odnosno postupanja iz europskoga i svjetskoga šumarstva.

Model ili vodič dobre prakse ilustrira način na koji se dobra praksa može implementirati u šumarskom poduzetništvu, obuhvaća različite aspekte šumarskoga poduzetništva i sadrži primjere više alata, instrumenata i strategija korisnih za unapređenje šumarskoga poduzetništva. Osobito vrijednim dijelom smatraju se primjeri dobre prakse jer predstavljaju stvarne slučajeve koji mogu poslužiti kao model tvrtkama koje žele unaprijediti svoje poslovanje.

3. Dionici poduzetništva u šumarstvu *Actors in forestry entrepreneurship*

Svi sudionici u lancu pridobivanja drva – bilo šumarski poduzetnici, bilo njihovi klijenti – šumovlasnici ili drvena industrija, javna nadzorna tijela, utjecajne skupine ili organizacije, zajedno s onima koji osiguravaju usluge potpore i pomoći – ne mogu se tretirati pojedinačno i neovisno, već kao cjelina. Postupci svih dionika moraju biti koordinirani da bi se povećale koristi za sve u lancu pridobivanja drva. Kao glavni dionici ugovornoga izvođenja šumskih radova pritom se javljaju:

Šumarski poduzetnici – ciljna skupina

Šumarski poduzetnici uključuju tri glavne skupine dionika: izvođitelje radova (poduzetnike), njihove zaposlenike i podizvođitelje radova (samozaposlene pojedince koji rade za glavnoga izvođitelja). Formalni zahtjevi koje poduzetnici moraju ispunjavati uglavnom su propisani državnim zakonima i međunarodnim konvencijama. Dakle, prvi zahtjev zajednički svim šumarskim poduzetnicima jest da moraju ispunjavati važeću zakonsku regulativu. Osim toga često postoji niz dodatnih kriterija – status formalno priznate poslovne organizacije, kvalificirano poslovno upravljanje, sigurnost i zaštita zdravlja radnika, odgovarajuća oprema, adekvatni prihodi i dr. Također, zbog brzoga rasta uslužnoga sektora u šumarstvu poduzetnici se često natječu u nejednakim uvjetima, što može imati brojne uzroke, od različitih poreznih opterećenja do izrazitih razlika u kvalifikacijama i tehničkim standardima na području pojedinih država ili regija.

Zaposlenici i radnički sindikati

Za uspješan posao poduzetnici trebaju kvalificirane i motivirane radnike. Pritom oni moraju poštovati prava radnika, a zaposlenici moraju ispunjavati

svoje obveze prema poduzeću. U slučaju tradicionalnoga šumarstva, gdje su radnike zapošljavali šumovlasnici, socijalni je dijalog u mnogim zemljama doveo do prihvatljivih i vrlo dobrih radnih uvjeta, plaća i socijalne sigurnosti. Takav je odnos, zasnovan na snažnim poslodavcima s jedne strane i ovim zaposlenicima organiziranim u radničke sindikate s druge strane, danas izgubio na značenju jer se izravno zaposlena radna snaga sve više zamjenjuje šumarskim poduzetnicima koje angažira šumovlasnik ili drvena industrija. Zaposleni radnici u tome najčešće ne koriste pravo na organiziranje sindikata koji bi zastupali njihove interese i pridonijeli osiguravanju pristojnih poslova, adekvatnih plaća i atraktivnosti profesije.

Podizvođitelji radova

Uzimanje podizvođitelja načelno nije problem u slučaju malih poduzetnika okupljenih oko nekoga većega projekta ili kada poduzetnik povremeno angažira partnere za dio ugovorenoga posla. Ipak, taj je oblik suradnje problematičan ako ne uključuje dva jednaka partnera, npr. kada je malo, slabije poduzeće prisiljeno obavljati sav posao i snositi sav rizik preuzetoga posla umjesto glavnoga izvođitelja. Uspostavljanje takvih odnosa suprotno je dobroj poduzetničkoj praksi i jedan je od ciljeva razvoja šumarskoga poduzetništva smanjiti udio podizvođelja radova.

Klijenti šumarskih poduzetnika – šumovlasnici/šumoposjednici i drvena industrija

Klijenti šumarskih poduzetnika uglavnom su šumovlasnici i šumoposjednici i drvena industrija, a za obje skupine vrijede jednaki kriteriji. Poduzetnici u prvom redu očekuju poštene ugovorne uvjete koji im jamče opstanak, npr. ugovaranje poslova »u paketu« umjesto kratkotrajnih aranžmana. Stoga se naručitelje radova poziva na njegovanje dugoročnih poslovnih odnosa s poduzetnicima pri čemu se ističu obostrane koristi takve suradnje i pouzdanosti. U tom je odnosu potrebna jasna raspodjela odgovornosti, kompetencija i obveza, a osim poslovnim ugovorima zdravu praksu i postizanje socijalnih i kvalitativnih standarda potrebno je regulirati dodatnim mjerama kao što su sustavi upravljanja kvalitetom ili sektorski sporazumi o priznavanju poduzetnika.

Državna tijela/inspekcija rada

Glavna je dužnost nadležnih državnih tijela osigurati sukladnost sa zakonskim i drugim odredbama o radu, ali ne samo kontrolom i sankcijama već i prevencijom te proaktivnim djelovanjem (informiranje i podučavanje). Inspekcija rada mora pokazati

da je sigurnost pri radu ključni radni uvjet. Također nadzornim tijelima treba pružiti informacije o poštivanju zakona i propisa te o njihovu kršenju. Istodobno je inspekcija rada prilika za savjetovanje poduzetnika o načinu kako da ispune zakonske obveze vezano uz radne uvjete, radne odnose, sigurnost pri radu, zdravstvenu zaštitu i dr. U pravnim su okvirima uloga i zadaci inspekcije jasni, ali je praktična primjena ponekad problematična. Naime, inspekcija rada često nema dovoljno instrumenata, sredstava, resursa, a ponekad ni adekvatnih stručnih znanja s obzirom na specifičnosti radnih uvjeta u šumarstvu.

Certifikacija i revizori

Certifikacija i njezin utjecaj mogu se promatrati kao dodatni instrument inspekcije rada. Šumarska certifikacija značajno poboljšava učinkovitost propisa o socijalnoj sigurnosti i zaštiti na radu te nadopunjuje nadzor i sankcioniranje. Certifikacijom zakonski propisi i međunarodni socijalni standardi postaju dio poslovne obveze, što povećava vjerojatnost njihove primjene. Certifikacija također zahtijeva da šumoposjednici transparentno opišu i dokumentiraju svoje poslovne procese. Time se opet potiče uvođenje sustava upravljanja kvalitetom i profesionalnom sigurnošću.

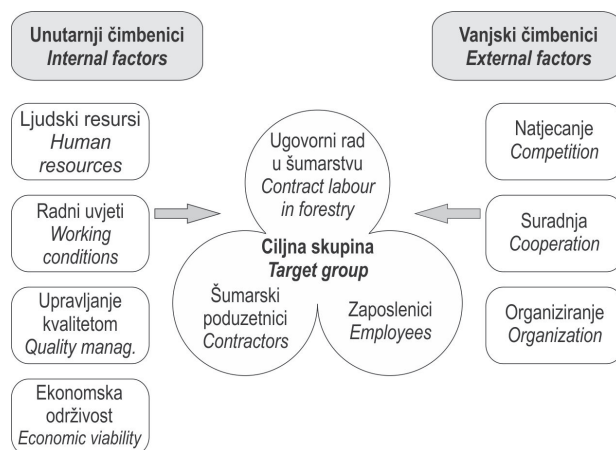
Utjecajna tijela i skupine

Moguće je govoriti o trima utjecajnim tijelima i skupinama. To su: državne normacijske organizacije, nevladine udruge i osiguravajuće kuće. Nacionalne norme i institucije koje ih donose imaju sve veću važnost zbog proširenja aktivnosti (i sukoba) certifikacijskih tijela, kakva su npr. FSC i PEFC, te potrebe za neovisnim normama bez nametanja širokih međunarodnih normi. Različite nevladine udruge (WWF, Greenpeace i dr.) svojim aktivnostima i utjecajem na javnost također imaju važnu ulogu u postavljanju normi za održivo gospodarenje šumama. Osiguravajućim je kućama glavni zadatak zaštititi poslodavce i radnike od ekonomskih posljedica nesreća ili profesionalnih bolesti plaćanjem troškova liječenja, rehabilitacije ili mirovine, ali mogu imati i aktivnu ulogu u unapređenju radnih uvjeta i uvođenju sustava upravljanja zdravljem i sigurnošću na radu.

Potporne organizacije i instrumenti pomoći

Među organizacije koje pružaju pomoć i potporu u šumarskom poduzetništvu mogu se ubrojiti Međunarodna organizacija za normiranje (ISO), organizacije koje pružaju usluge osposobljavanja i treninga šumarskih poduzetnika i radnika te različite asocija-

cije šumarskih poduzetnika koje zastupaju njihove interese. Značajni su također i razni dokumenti ili upute, poput spomenutoga Priručnika FAO/UNECE ili Kodeksa za radove pridobivanja drva FAO (Dykstra i Heinrich 1996), koji su važna pomoć poduzetnicima u vođenju posla.



Slika 2. Shematski prikaz strukture smjernica za dobru praksu u šumarskom poduzetništvu (FAO 2011)

Fig. 2 Scheme of the structure of guidelines for best practice (FAO 2011)

4. Smjernice za dobru praksu u šumarskom poduzetništvu – *Guidelines for good practice in forestry entrepreneurship*

Smjernice za dobru praksu obuhvaćaju više elemenata u ovim glavnim područjima (slika 2):

4.1 Ljudski resursi – *Human resources*

Područje ljudskih resursa obuhvaća više vrlo značajnih segmenata. U nastavku se donose njihova obrazloženja i nekoliko primjera dobre prakse.

4.1.1 Upravljačke vještine – *Management skills*

Upravljačke su vještine sva znanja i kompetencije koje osobi omogućuju da vodi posao. Uključuju financijske, marketinške, tehničke, operativne i rukovodeće sposobnosti. Šumarski su poduzetnici danas dokazali da mogu odgovoriti tehničkim i okolišnim zahtjevima šumskoga rada. Većina ih ima više ili manje profesionalnoga iskustva i tehnički su vješti, no nedostaju im znanja i kompetencije u marketingu i odnosu s kupcima, kalkulacijama investicija i troškova, izradi ponuda, računovodstvu i fiskalnom

zakonodavstvu, organizaciji rada i upravljanju osobljem, zahtjevima certifikacije šuma i sl. U stjecanju tih vještina susreću se s više zapreka: nedostatak tečajeva, kulturne barijere, udaljenost obrazovnih institucija, očekivani troškovi, gubitak proizvodnoga radnoga vremena, prihoda i sl.

Glavni principi i ciljevi

Za ekonomsku i socijalnu održivost šumarskih poduzetnika potrebno je da imaju kvalificirano poslovno upravljanje. Nameće im se sve više upravljačkih obveza, a tražene vještine nisu u vezi s njihovom tehničkom osposobljenosti, već se kreću od kalkulacija troškova, priprema ponuda, vođenja računovodstva, organizacije ureda i posla, odnosa sa zaposlenicima i sl. Na primjer, znanje o tome kako dokumentirati poslovne procese postaje od ključne važnosti u ispunjavanju formalnih uvjeta za certifikacijske procese i sustave upravljanja kvalitetom. Upravljačke vještine ne uključuju samo sposobnost donošenja operativnih odluka nego i vođenja posla na poduzetnički način. Da bi to postigli, poduzetnici moraju posjedovati marketinške i računovodstvene vještine te određeno znanje o investicijskom planiranju, kalkulaciji tendera i dr.

Dobra praksa i moguće posljedice nedostatka upravljačkih vještina

Većina je navedenih upravljačkih vještina predmet bavljenja raznih šumarsko-poduzetničkih udruženja. Brojna udruženja šumarskih poduzetnika često nude pomoć ili profesionalnu uslugu svojim članovima, kao što su savjeti pri kupnji strojeva, drugim investicijama i sl. U mnogim situacijama problem je poduzetnika u tome što se oni drže stručnjacima u tehničkom izvođenju šumskoga rada, ali se ne smatraju poduzetnicima u smislu operativnih menadžera. Nedostatak potrebnih vještina u tom području može imati ozbiljne posljedice na konkurentnost poduzetničkih tvrtki zbog loših kalkulacija strojnoga rada, nerealnih ponuda ili neadekvatnih reakcija na tržištu proizvoda i usluga.

Primjer dobre prakse 1

Upute i osposobljavanje za kalkulacije troškova

U Finskoj je udruženje poduzetnika razvilo pisani vodič i dva različita softverska paketa za računanje troškova koji su posebno dizajnirani za šumarske poduzetnike. Jedan je za početnike – vrlo jednostavan za uporabu, ali i ograničen u značajkama. Drugi je složenija verzija – pomaže izvođačima pri obradi većih ugovora, izradi kalkulacija i procjeni profitabilnosti operacija. Danas je također dostupan i dodatni softver za praćenje i analizu proizvodnje, utemeljen na proizvodnim podacima s računala harvesteri i forvarderi.

Početkom 2000-ih trening centar Pieksamaki u Finskoj je zajedno s udruženjem poduzetnika pokrenuo niz tečajeva za poduzetnike u svim područjima vođenja posla. Sadržaj je cijeloga tečaja uključivao:

- kalkulacije troškova
- znanje o bilancijama
- pregovaračke vještine
- sadržaj ugovora
- zakonodavstvo u šumarskom poduzetništvu
- kolektivne ugovore
- upravljanje ljudskim resursima
- upravljanje osobljem

Izvor: <http://www.koneyrittajat.fi>

4.1.2 Razvoj osoblja – Staff development

Razvoj osoblja obuhvaća sustavno unapređenje stručnih kompetencija osoba koje rade u poduzeću i za poduzeće. To uključuje i razvoj ključnih kvalifikacija kakve su tehničke, metodičke i socijalne sposobnosti. Obuhvaća pojedince i radne skupine, timove i suradnju. Kvalificirano i specijalizirano osoblje ostvaruje veću sigurnost zaposlenja, osobito kada je samo poduzeće investiralo u njihovo osposobljavanje. U slučaju šumarskih poduzetnika nedostatak dugoročne perspektive obično rezultira kratkoročnim zapošljavanjem radnika samo kada to zahtijeva obujam sklopljenih poslova. Jedan od budućih zadataka upravo je izbjegavanje takvih situacija većom profesionalizacijom sektora.

Glavni principi i ciljevi

Kvalificiranost je obostrano korisna, i za poslodavce i za zaposlenike. Radnici podižu svoju mogućnost zapošljavanja, a poslodavci profitiraju od povećane proizvodnosti i kompleksnoga stručnoga znanja. Nužnost zapošljavanja kvalificiranih radnika definirana je uostalom već i formalnim zahtjevima sigurnosti pri šumskom radu. Svaki zaposlenik treba biti osposobljen za dodijeljene zadatke, a za poslove za koje nema iskustvo, treba biti opsežno osposobljen i uvježban prije početka rada. Vještine radnika stalnom izobrazbom treba neprekidno unapređivati da bi odgovarale posljednjim dostignućima u izvođenju šumskih radova.

Dobra praksa i moguće posljedice

Osim visokokvalificiranih poduzetnika s najmodernijom tehnologijom te specijaliziranim i vještima radnicima, česte su i poduzetničke tvrtke koje nemaju formalne kvalifikacije i dijelom šumske radove obavljaju s neosposobljenim radnicima. Također treba naglasiti i izrazitu fluktuaciju radnika zbog nesigurnoga zaposlenja i niskih primanja. Dobru praksu šumarske i drvne industrije u tome čini poticanje razvoja specijalizirane i vješte radne snage, uz smanjenje sigurnosnih i zdravstvenih rizika te zlorabom zbog loše plaćenih i nekvalificiranih radnika. Pritom je potrebno razlikovati dvije glavne vrste kvalifikacija: osnovna izobrazba u kojoj se stječu temeljna znanja i vještine u šumskom radu i

dodatno stručno osposobljavanje, npr. specijalizacija rukovatelja strojevima. Osnovne se kvalifikacije u Europi dobivaju na razne načine od kratkih tečajeva pa do formalne strukovne izobrazbe, a certifikati o završenom osposobljavanju daju dokaz o vještim i osposobljenim radnicima.

Primjer dobre prakse 2

Oposobljavanje šumarskih radnika u Velikoj Britaniji

Vijeće za sigurnost i osposobljavanje u šumarstvu i arborikulturi Velike Britanije (FASTCo):

Zahtjev za kvalifikacijom šumarske radne snage dobio je svoj izraz u direktivi nacionalnoga tijela za profesionalnu sigurnost. Ta direktiva navodi da osobe:

- koje su tek počele raditi u šumarstvu, ili
- koje nisu prošle primjereno osposobljavanje za rad motornom pilom, ili
- nemaju dovoljno iskustvo u radu motornom pilom.

Moraju biti adekvatno osposobljene i steći certifikat o sposobnosti. Nakon završetka takva osposobljavanja te bi osobe trebale moći obavljati svoj posao sigurno i biti svjesne svojih granica.

Državna šumarska uprava, šumarsko poduzeće, sada posljedično zahtijeva da ne samo zaposlenici državne šumarske uprave nego i poduzetnici budu podvrgnuti tomu propisu.

Da bi se ispunili ti zahtjevi, osnovano je FASTCo, vijeće koje se sastoji od predstavnika radnika, poslodavaca, šumovlasnika, šumarskih poduzetnika, trgovačkih udruga, šumarske struke, učitelja, trenera te vladinih predstavnika. FASTCo je:

- razvio tečajeve i ispitne kriterije za certifikaciju sposobnosti za gotovo sve vrste šumskih radova
- prepoznat od britanske vlade kao organizacija odgovorna za kvalificiranost radnika u šumarstvu i arborikulturi
- proveo svoje ciljeve u bliskoj suradnji s Nacionalnom udrugom šumarskih poduzetnika Velike Britanije (FCA).

(FASTCo je kao organizacija danas raspuštena, a njezinu ulogu u šumarskoj industriji preuzela je LANTRA.)

Izvor: E. B. Ramsey, M. A. E. Greene, 1996: The use of contractors to introduce and enforce certificates of competence for chain saw operators – The GB experience.

4.1.3 Socijalni dijalog – *Social dialogue*

Radni su uvjeti uglavnom rezultat odnosa između šumarskoga poduzetnika i njegovih zaposlenika ili podizvoditelja. Socijalni je dijalog u mnogim zemljama doveo do prihvatljivih ili čak dobrih radnih uvjeta i relativno sigurnih radnih mjesta. Međutim, taj tradicionalni dijalog između jakih poslodavaca i izravno zaposlenih radnika organiziranih u sindikate u velikoj je mjeri zamijenjen samozaposlenim poduzetnicima koje angažira šumoposjednik ili drvena industrija od ugovora do ugovora. U takvu odnosu udruženja šumarskih poduzetnika imaju važnu ulogu kao socijalni partneri kada se uključuju u pregovore o radnim uvjetima i cijenama poduzetničkih radova.

Glavni principi i ciljevi

Zaposleni radnici imaju se pravo organizirati u namjeri iskazivanja svojih interesa prema poslodav-

cima i sloboda je povezivanja jedno od temeljnih prava zaposlenika. U pretežito malim poduzetničkim tvrtkama zaposlenici ne koriste to pravo iz raznih razloga. Radnički sindikati tek trebaju okupiti članstvo i njihovo formiranje u socijalno relevantnu interesnu skupinu od opće je važnosti za šumarska pitanja. Organiziranje i poslodavaca i radnika u različite asocijacije, ili sindikate, treba se smatrati učinkovitim načinom koji osigurava zastupanje interesa obiju strana. Takav socijalni dijalog uz kolektivno pregovaranje o plaćama treba uključiti i obostrane inicijative za razvoj pristojnih radnih uvjeta i standarda.

Dobra praksa i moguće posljedice

Povremeno i kratkoročno angažiranje, tj. obujam ugovorenih poslova koji ne omogućuje dugoročnu perspektivu i planiranje, čini šumarske poduzetnike i njihove radnike vrlo ranjivom radnom snagom. Nedostatak ili tek ograničena skrb čini radnike podložnima iskorištavanju – niske plaće, nedovoljna socijalna zaštita, niski sigurnosni standardi, sezonsko zapošljavanje, loša izobrazba i dr. Te i slične probleme *outsourcinga* ne može riješiti samo slobodno tržište, ali ni sami poduzetnici. Za to je potreban zajednički napor šumarske i drvne industrije kao cjeline u suradnji i partnerstvu sa šumarskim poduzetnicima. Kolektivni su pregovori pritom instrument tradicionalnoga socijalnoga dijaloga. U nekim zemljama postignuti kolektivni ugovori pokazuju da i u vrlo heterogenom i fragmentiranom sektoru oni mogu biti sredstvo za osiguranje i kontrolu prihvatljivih radnih uvjeta.

Primjer dobre prakse 3

Savezni tarifni sporazum za zaposlenike članica udruženja njemačkih poduzetnika u šumarstvu

U 1998. godini sklopljen je okvirni tarifni sporazum između savezne radne skupine šumarskih poduzetnika i industrijskoga sindikata gradnje – poljoprivrede – okoliša. Sve do danas taj je sporazum na snazi u četirima njemačkim savezним državama. Sporazum uređuje radne uvjete zaposlenika i sadrži detaljne informacije o:

- radnim satima: radni je tjedan fiksiran na 39 sati i ne smije prelaziti 45 sati
- vrsti plaća: isplaćuju se vremenske nadnice
- dodatnoj naknadi: dodatne se isplate rade za specifično definirane zadatke kao i dodatni rad (prekovremeno, rad vikendima)
- prevenciji nesreća: zaposlenici moraju poštovati postojeće zakone
- alatima: alate u osnovi osigurava poslodavac
- sekundarnim aktivnostima: ne smiju utjecati na izvedbu ni poticati natjecanje s poslodavcem
- godišnjem odmoru: duljina je plaćenoga odmora dogovorena ovisno prema poslu, najčešće 24 dana u godini
- nastavak isplate plaća: nastavlja se u slučaju smrti, bolesti (6 tjedana), obiteljskih događaja, gubitka radnoga vremena zbog nepovoljnih vremenskih prilika.

Sredinom 2001. godine Udruženje poduzetnika (DFUV), kao nastavak postojećega okvirnoga sporazuma, zaključilo je obvezujući savezni tarifni ugovor valjan za osam njemačkih saveznih država.

Izvor: German forestry contractors association (Deutscher Forstunternehmer Verbandt), DFUV, Njemačka udruga izvođača šumskih radova.

4.2 Radni uvjeti – *Working conditions*

Osnovni uvjet za održivi razvoj šumarskih poduzetnika jesu uvjeti pod kojima ljudi rade. Radni su uvjeti većinom rezultat odnosa između šumarskih poduzetnika i njihovih klijenata, njihovih zaposlenika ili njihovih podizvoditelja. Dobri radni i životni uvjeti nisu pritom samo rezultat zahtjeva za socijalno prihvatljivim i humanim uvjetima rada, nego su i osnovni preduvjet za okolišno prihvatljivo i prema prirodi obazrivo šumarstvo. Održivo je gospodarenje šumama moguće samo s poduzetnicima koji su u ekonomskoj i socijalnoj poziciji da uz svoje radne zadaće dodatno mogu ispuniti i sve ostale zahtjeve društva. Glavni su kriteriji za »pristojan rad« (prema ILO-u): zaposlenost i prihod, socijalna sigurnost, prava zaposlenika i socijalni dijalog.

4.2.1 Primjerene plaće/prihodi – *Adequate wages/income*

Šumarstvo je u cjelini vrsta posla s niskoprofitnim maržama, a šumarski su poduzetnici općenito najslabija karika u lancu između šumovlasnika koji žele optimizirati svoju zaradu od prodaje drva te drvne industrije koja želi kupiti sirovinu po što nižoj

cijeni. Zbog toga poduzetnici najviše pate od kolebanja cijena.

Glavni principi i ciljevi

Razine prihoda koje se smatraju primjerenima razlikuju su među pojedinim regijama. Negdje su minimalne plaće zakonski definirane, a negdje se određuju tarifnim ugovorima ili sporazumima. Kao vodeći standard u tome može se smatrati ILO-ova konvencija o minimalnoj plaći (ILO 1970) koja kaže da prihod mora biti najmanje dovoljan da osigura uzdržavanje obitelji. Plaće i prihodi koji se ostvaruju u izvođenju šumskih radova trebaju biti najmanje na razini jednako, i fizički i stručno, zahtjevnih poslova u usporedivim državama ili regijama. Plaća i svi dogovori oko radnih uvjeta pritom moraju biti zapisani u ugovorima o radu jer pisani dokument daje pravnu sigurnost, pogotovo zaposlenicima.

Dobra praksa i moguće posljedice

Ako je cijena šumskoga rada ispod razine prosječne plaće u regiji, to značajno sprečava postizanje zacrtanih razvojnih ciljeva. Kratkoročno se tada mogu osigurati poslovi i isplate, ali je to dijametralno suprotno održivomu razvoju visokokvalitetne usluge u šumarstvu. Pozitivni su primjeri, npr. u Finskoj, gdje udruženje šumarskih poduzetnika i sindikati imaju dugoročnu suradnju i dobro utvrđene kolektivne sporazume koji su rezultirali stvaranjem formalnih ugovora s jasno određenim naknadama za zaposlene.

Primjer dobre prakse 4

Ugovor o radu rukovatelja strojevima u Finskoj

Suradnici:

POSLODAVAC:

Adresa:

Telefon:

ZAPOSLENIK:

Prebivalište:

Adresa:

Telefon:

Gore navedeni suradnici sklopili su sljedeći ugovor:

1. Ispostava

Ovaj se ugovor odnosi na strojni rad u šumarstvu. U ovom poslovnom odnosu poštuje se Kolektivni ugovor između Udruženja šumarskih poduzetnika i Sindikata šumarskih radnika sklopljen za mehanizirani šumski rad. Mehanizirani je šumski rad definiran u točki 1 Kolektivnoga ugovora. U drugim radovima poslodavac se kao član Udruženja poduzetnika pridržava spomenutoga Kolektivnoga ugovora.

2. Opće

Odgovornosti rukovatelja strojem:

Sustav radnoga vremena:

3. Tarife i drugi uvjeti

– Tarife:

Način isplate:

– Osobna tarifna grupa

A I II III (zaokružite)

– Osobna se satnica sastoji od sljedećih dijelova

Tarifa grupe

_____/h

Dodatna stopa (zasnovana na sposobnosti)

_____/h

Dodatak (zasnovan na trenutnom stanju tržišta)

_____/h

Ukupno

_____/h

– Kad se rad izvodi prema stopi ugovora ili poticajnoj plaći, isplata je određena na način utvrđen pod »dodatnim uvjetima«.

– Poslodavac je dužan platiti putne troškove. Početna i konačna točka za određivanje puta do radilišta i natrag jest mjesto prebivališta u gornjem dijelu ugovora.

– U drugim slučajevima poštuje se Kolektivni ugovor.

4. Godišnji odmor i isplata bolovanja

Poštuje se Zakon o godišnjem odmoru i spomenuti Kolektivni ugovor. Dok novi Kolektivni ugovor ne postane važeći, poslodavac može nakon ukidanja Kolektivnoga ugovora poštovati odredbe Zakona o godišnjem odmoru i propise o ograničavanju plaće spomenute u ovom ugovoru o radu.

5. Sigurnost pri radu

Zaposlenik se obvezuje pridržavati uputa i propisa o sigurnosti i zdravlju pri radu.

6. Razdoblje valjanosti

Ugovor o radu je na snazi od _____ godine (odaberite jedno)
 _____ do daljnjega
 _____ do postavljenoga datuma, i završava se bez raskida s _____ godine.
 _____ do kad je završena sljedeća specificirana dužnost: _____.

7. Probni rok

U ugovoru o radu poštuje se probni rok od _____ mjeseci. Tokom toga vremena ugovor mogu raskinuti obje strane. U ugovoru na određeno vrijeme s trajanjem manje od 8 mjeseci probni je rok polovica trajanja ugovora.

8. Raskid ugovora

Pri raskidu ugovora poštuju se odredbe Kolektivnoga ugovora i Zakona o ugovaranju rada.

9. Kopije

Ovaj je ugovor napravljen u dvije kopije, po jedna za svaku stranu.

10. Dodatni uvjeti

Mjesto: _____

Datum: _____

Poslodavac: _____

Posloprimac: _____

Svjedok: _____

4.2.2 Sigurnost i zdravlje – Safety and health

Sigurnost i zaštita zdravlja pri radu prošireni su na cjelokupni koncept »zdravoga radnoga mjesta« (ILO). To uključuje tjelesno, psihičko, moralno i socijalno zdravlje, a ne samo izostanak nesreća i profesionalnih bolesti. Šumski je rad pritom jedna od profesionalnih aktivnosti s najvećom stopom rizika za zdravlje i sigurnost, a oni su usko povezani s kvalifikacijom radnika.

Glavni principi i ciljevi

Primjena sigurnoga načina rada i zdravstvene zaštite načelno je obveza poslodavaca koji nose odgovornost za zdravlje i sigurnost, vlastitu i svojih zaposlenika. Ideja upravljanja zdravljem i sigurnosti pri radu dobiva sve veću važnost te se za ostvarenje koncepta »zdravoga radnoga mjesta« moraju razmotriti dva elementa – potrebno kombiniranje više različitih instrumenata (certificiranje, monitoring, kontrola, izobrazba ...) i uključivanje svih dionika (javna uprava, socijalni partneri, tvrtke, osiguravajuće kuće i dr.). Primjenom pravnih propisa i međunarodnih normi, poduprtih certifikacijskim kriterijima, načela sigurnosti i zdravlja na poslu postaju dio poslovne predanosti i dobivaju najveći prioritet u šumskom radu.

Dobra praksa i moguće posljedice

Specifični zdravstveni rizici i visoka stopa nesreća vode do velikih problema u šumarstvu i povećanih troškova za poduzetnike te za društvo u cjelini. Iskustvo pokazuje da se sigurno radno mjesto ne može postići samo objavom pravila o sprečavanju ozljeda i korištenjem osobne zaštitne opreme, već je rezultat brojnih tehničkih i organizacijskih mjera i promjena u stavovima. Sve se to može nazvati sustavom upravljanja zdravljem i sigurnosti koji jasno opisuje i dokumentira sve povezane strukture i pro-

cese. Postignuta razina sigurnosti pritom se može smatrati pokazateljem dobre i ispravne prakse.

Primjer dobre prakse 5**Upravljanje sigurnošću pri radu u Velikoj Britaniji**

Sustav upravljanja sigurnošću na radnom mjestu temelji se na 13 središnjih zadataka koji se moraju uzeti u obzir u svakom ugovoru. Ti su zadaci podijeljeni među četirima ključnim funkcijama. Na početku svakoga ugovora stranke moraju odrediti kojim redoslijedom ugovoreni zadaci moraju biti dovršeni. Moraju se odrediti okvirni uvjeti i svakoj se stranci dodjeljuje njezin ključni dio. Sve četiri ključne funkcije trebaju biti ispunjene u svakom ugovoru.

1. Zemljovlasnik koji kontrolira područje na kojem se odvija šumski rad mora:

- uskladiti sve aktivnosti zaštite i sigurnosti na radu povezane sa šumarskim poduzećem
- navesti rizike na radilištu i oko radilišta i dostaviti ih upravitelju šumskim radovima
- osigurati da se od aktivnosti na radilištu ne pojave rizici za zdravlje i sigurnost drugih ljudi.

2. Upravitelj šumskim radom odgovoran za šumski rad koji se obavlja na radilištu mora:

- koristiti informacije dobivene od zemljovlasnika da provede analizu rizika za rad na radilištu
- odabrati sposobnoga izvođača radova koji je osigurao mjere sigurnosti i zaštite na radu
- specificirati potrebne preduvjete sigurnosti pri radu i pregledati radilište
- surađivati sa zemljovlasnikom
- nadgledati sigurnost rada na radilištu.

3. Izvođač radova (poduzetnik) koji nudi šumarske usluge mora:

- surađivati s upraviteljem šumskih radova da osigura poštivanje normi sigurnosti pri radu
- odabrati kompetentne podizvođače koji osiguravaju norme zaštite zdravlja i sigurnosti pri radu
- davati smjernice podizvođačima radova da osigura potpunu primjenu mjera sigurnosti i zaštite zdravlja u praksi.

4. Podizvođač radova, kojega uzima poduzetnik, ali mu nije zaposlenik, mora:

- poštovati sve upute za zaštitu zdravlja i sigurnosti pri radu na radilištu
- voditi brigu o vlastitoj sigurnosti i zdravlju.

Ovaj koncept cilja na postizanje dogovora o okvirnim uvjetima između privatnih i javnih tijela više nego isključivo određivanje uvjeta primjenom državnih zakona i propisa.

Izvor: Health and safety Executive, 2003: Managing Health and Safety in Forestry.

4.2.3 Sigurnost posla – Job security

Gotovo svim šumarskim poduzetnicima fluktuira obujam poslova zbog brojnih razloga. Nepogode poput, primjerice, vjetroizvala mogu poremetiti poslovne planove za nekoliko godina unaprijed. Konkurencija među poduzetnicima također ima rastući utjecaj na broj ugovorenih poslova, pogotovo u srednjoj Europi. Ako su ugovori kratkoročni, postoji stalan rizik da angažmani neće biti uzastopni jer neko drugo poduzeće može ponuditi nižu cijenu. Natjecanje u rušenju cijena pojavljuje se svuda, a u srednjoj je Europi tomu pridonijelo otvaranje tržišta na istoku Europe.

Glavni principi i ciljevi

Situacija s količinom posla trebala bi biti takva da poduzetnik može ponuditi dugoročno zaposlenje. Nedostatak je perspektiva rezultat nedovoljnoga ekonomskoga napretka i izostanka dugoročnoga korištenja poduzetničkih kapaciteta kao cjeline. Sigurnost je zaposlenja, s druge strane, preduvjet dobivanja kvalificiranoga kadra u šumarskom poduzetništvu. Dugoročni ugovori o radu, u kojima su uvjeti rada i plaće utvrđeni u socijalno adekvatnim oblicima i iznosima, trebaju biti standardni način reguliranja zaposlenja.

Dobra praksa i moguće posljedice

Trenutačni načini zaposlenja i radni uvjeti često su neprihvatljivi s aspekta socijalne sigurnosti, zdravstvenih uvjeta i mogućnosti za napredovanje, što utječe na veliku fluktuacija radne snage u šumarstvu. Dobro kvalificirani ili specijalizirani radnici pritom imaju veću sigurnost zaposlenja, osobito ako je poduzeće uložilo u njihovu izobrazbu (npr. rukovatelji strojevima koji su prošli skupi trening). Dobru praksu u ovom segmentu predstavljaju ugovori o radu. Ugovori kojima se reguliraju radni odnosi trebaju sadržavati sljedeće: trajanje ugovora, opis zaduženja, radno vrijeme, vrstu i iznos naknada te uvjete raskida. Treba istaknuti da se u šumarskom poduzetništvu sporazumi o radu često temelje na usmenom dogovoru. Međutim, pisani je ugovor o radu osnova pravnoga odnosa između poslodavca i zaposlenika.

Primjer dobre prakse 6

Tarifni (cjenovni) sporazum

U Njemačkoj, Finskoj, Norveškoj, Švedskoj i Švicarskoj postoje tarifni sporazumi koji služe kao osnova ugovora o radu između poslodavaca i radnika. Kao primjer dobre prakse ovdje se ističe već prije navedeni slučaj Saveznoga tarifnoga sporazuma u Njemačkoj (primjer 3).

4.2.4 Radno vrijeme – Working time

Jedan od najčešćih problema s kojim se susreću šumarski poduzetnici i njihovi zaposlenici jest dnevno i tjedno radno vrijeme. Ukupan broj radnih sati nije kritičan samo sa socijalnoga stajališta nego i zbog zdravstvenih razloga. Već se i dnevno opterećenje od osam sati rada na šumarskom stroju smatra prevelikim zbog velikoga naprezanja i stresa. U Švedskoj su posljednja istraživanja pokazala da rukovatelji strojevima prosječno u tjednu rade do 61 sat. Istodobno, u gotovo svim zemljama broj je radnih sati zakonski reguliran, no samozaposleni šumarski poduzetnici rijetko se toga pridržavaju.

Glavni principi i ciljevi

Broj radnih sati ne bi smio prelaziti osam sati dnevno, u skladu s općim konceptom dobrih radnih uvjeta. Poduzetnici bi se trebali pridržavati zakonskih odredaba o trajanju rada, a s obzirom na rizike i opasnosti šumskoga rada dodatno sprečavati bilo kakve zlouporabe radne snage. Dnevno i tjedno radno vrijeme poduzetnika i njihovih zaposlenika treba biti ograničeno na razinu koja ostavlja adekvatno vrijeme za obitelj, društveni život i rekreaciju.

Dobra praksa i moguće posljedice

U visokomehaniziranom šumskom radu poduzetnici nastoje postići radne sate strojeva potrebne za njihovu isplativost. Neuzimanje dodatnih radnika za smjenski rad vezano je uz povećane izravne i knjigovodstvene troškove, teškoće nalaženja iskusnih i osposobljenih radnika i sl. Glavni je međutim razlog većega broja radnih sati niska profitabilnost šumarskih poduzetnika zbog niske cijene šumskih proizvoda, koju klijenti prenose na poduzetnike. Nedopustivo dugo radno vrijeme velik je problem za cijelu struku, tako da mjere njegova ograničavanja moraju biti razmatrane zasebno i detaljnije od samih odredaba ugovora o radu.

Primjer dobre prakse 7

Mjere za smanjenje broja radnih sati na strojevima

Strategija švedske Uprave za sigurnost na radnom mjestu:

Zbog velikih problema s mišićnim i koštanim poremećajima i bolestima koje utječu na rukovatelje strojevima švedsko državno tijelo za profesionalnu sigurnost godinama prije namjeravalo je zakonskim mjerama smanjiti broj radnih sati na strojevima. Ipak, država je dala industriji dvije godine da sama riješi problem vlastitim inicijativama. Pokrenut je projekt u kojem su sudjelovale vlasti, radnički sindikati, udruge šumarskih poduzetnika i istraživači. Između 80 i 90 % švedskih šumarskih i drvnih tvrtki složilo se s ovim načinom rada.

Novija opažanja ipak pokazuju da, zbog zahtjeva za racionalizacijom, rukovatelji strojevima i dalje pate od velikoga broja radnih sati. Kako se taj trend nastavlja, švedska Uprava za sigurnost na radnom mjestu opet razmatra postrožavanje pravila o radnim satima rukovatelja. Sadašnja regulativa određuje da rukovatelji strojevima moraju provesti dva sata dnevno radeći na zadacima različitim od rada na stroju.

Problem primjene: zakonske mjere za sigurnost na radnom mjestu mogu biti kontrolirane i sankcionirane u poduzećima koje imaju zaposlenike. Samozaposleni su problematičniji time što nisu izravno pod utjecajem pravila o radnim satima jer zakonske regulative pružaju prava samo zaposlenicima. To će vrijediti sve dok se posao samozaposlenih ne regulira u zakonskom obliku, gdje će se oni formalno smatrati kao zaposlenici (takav slučaj također postoji – samozaposleni poduzetnici koji su zaposlenici vlastitih poduzeća, npr. ako su registrirani kao tzv. javno društvo s ograničenom odgovornošću). Nadzorna tijela imaju vrlo malo mogućnosti za utjecaj i sankcije nad osobama koje nisu ni u kakvu zaposleničkom odnosu.

Izvor: Synwoldt i Gellerstedt, 1999: Experiences of Swedish forest corporate initiatives in ergonomics, Seminar: Forest Operations of Tomorrow.

4.2.5 Tehnologija – Technology

Specijalizacija određenih šumarskih poduzetnika u korištenju strojeva bez sumnje je važna prednost angažiranja poduzetnika. Širom svijeta pojedini šumarski poduzetnici rade s visokim stupnjem mehanizacije.

Glavni principi i ciljevi

Šumarski poduzetnici moraju biti u stanju osigurati odgovarajuću opremu za određene poslove. Minimum opreme u svakom su slučaju alati i strojevi koji odgovaraju traženim sigurnosnim normama te osobna zaštitna oprema nužna za radne zadatke. U novije vrijeme također se javlja izražena tendencija primjene moderne komunikacijske i informacijske tehnologije za visokomehanizirane radne zadatke.

Moguće posljedice i dobra praksa

Klijenti šumarskih poduzetnika sve će više zahtijevati korištenje novih, suvremenih tehnologija u izvođenju šumskih radova. Poduzetnici koji ne budu mogli ili htjeli primijeniti takve inovacije izgubit će konkurentnost na tržištu.

Primjer dobre prakse 8

Ergonomske smjernice za šumske strojeve

Namjera ergonomske smjernice za šumske strojeve jest osigurati upute o ergonomiji za proizvođače, kupce i korisnike šumskih strojeva. Vjeruje se da će to potaknuti razvoj sigurnih šumskih strojeva koje će biti lako koristiti i održavati. To bi zauzvrat rukovateljima strojevima pružilo bolje mogućnosti očuvanja zdravlja i osiguranja dobrog prihoda. Preporuke su temeljene na spoznajama o fiziološkoj, psihološkoj i socijalnoj sposobnosti ljudi u korištenju i održavanju strojeva.

Ergonomske smjernice pokrivaju sve terenske strojeve s kabinom težom od dvije tone koji se upotrebljavaju u šumarstvu. Smjernice određuju funkcionalne kriterije koje mora ispuniti dizajn radnoga okruženja rukovatelja, kontrola i upravljanje strojem te procedure održavanja.

Ako poduzetnik razmišlja o kupnji novoga stroja, ili razmatra utjecaj ergonomske dizajna na zdravlje rukovatelja, za nj je razvijen priručnik s popisom za provjeru. Njime korisnik može utvrditi gdje i tko se može koristiti strojem ili odrediti kojim aspektima treba dati prioritet u pregledavanju stroja. Na osnovi toga priručnika napravljena je i pojednostavljena brošura »Ergonomske i sigurni šumski strojevi« koja moguće i postojeće korisnike vodi kroz najvažnija svojstva strojeva i njihovo rukovanje. Jasan opis ergonomske i sigurnosne norme pokazuje kako bi stroj trebao biti dizajniran da zadovolji zdravstvene kriterije.

Popis provjere ergonomske svojstava strojeva:

Pristupni sustavi	Vitlo	Kontrola klime u kabini
Pristup kabini	Daljinska kontrola	Plinovi i čestice
Kabina	Upravljanje strojem	Priručnici i upute
Sjedalo	Informacije od stroja	Održavanje
Vidljivost	Sigurnost rukovatelja	Mentalni stres
Osvjetljenost	Buka	Ekologija
Položaj tijela	Vibracije	

Popis provjere omogućuje da se utvrde i ocijene razlike u ergonomske kvalitete između strojeva i da se ne previdi ni jedan od ergonomske aspekata.

Izvor: Internetska stranica projekta ErgoWood.

4.3 Upravljanje kvalitetom – Quality management

Rastući zahtjevi kupaca i društva prema šumarskim poduzetnicima danas su također izraženi u kriterijima šumarske certifikacije. To sve važnijim čini sposobnost ispunjavanja usluga prema zahtjevima klijenata, a poduzetnici moraju opisati i dokumentirati svoje poslovne procese i organizaciju. Moguće je da će u certifikacijskim procesima potvrđeni sustavi upravljanja kvalitetom postati i obavezan uvjet u sklapanju poslova.

Glavni principi i ciljevi

Šumarski poduzetnici moraju pismeno opisati kako obavljaju šumski rad i kako kontinuirano poboljšavaju svoje aktivnosti. Sustavi upravljanja kvalitetom i njihova struktura pritom trebaju biti posebno osmišljeni i prilagođeni za šumarsko poduzetništvo. Moraju biti transparentni, dostupni javnosti i podložni vanjskoj reviziji. Kao takvi postaju alat koji poduzetnicima pomaže u rješavanju potreba korisnika (šumovlasnika, javnih tijela i dr.) na učinkovit način i sredstvo kojim svim dionicima pokazuju da ispunjavaju zahtjeve i svojih klijenata i društva.

Moguće posljedice i dobra praksa

Osnovna ideja sustava upravljanja kvalitetom jest poboljšati poslovanje, spriječiti pogreške i učiti iz pogrešaka. Takav sustav vodi boljoj kvaliteti proizvoda i usluga, većemu zadovoljstvu kupaca, većoj produktivnosti i zadovoljstvu poslom, boljemu razumijevanju poslodavaca i zaposlenika te većoj osviještenosti o događajima u poduzeću, što pridonosi boljim odlukama. U mnogim se državama grade sustavi upravljanja kvalitetom prilagođeni potrebama šumarskih poduzetnika. U Finskoj je takav sustav zasnovan na ISO 9000 i razvilo ga je udruženje šumarskih poduzetnika. U Švedskoj je sustav temeljen na normama i kriterijima švedskoga Instituta za razvoj kvalitete.

Primjer dobre prakse 9

Upravljanje kvalitetom, švedski pristup – THE TOOL

Prije više godina Švedska je počela razvijati sustav upravljanja kvalitetom općenito za šumarstvo i posebno za šumarske poduzetnike. Sustav je izrađen u bliskoj suradnji Švedskoga udruženja šumarskih poduzetnika i Švedskoga šumarskoga istraživačkoga instituta, a tokom prvih razmišljanja odlučeno je da bude zasnovan na misiji i viziji Švedskoga instituta za kvalitetu.

Misija Švedskoga instituta za kvalitetu

Institut potiče i pridonosi pozitivnim događanjima u svim sektorima švedskoga društva. Taj cilj treba postići ne samo stjecanjem, prikupljanjem i komuniciranjem postojećeg znanja o upravljanju kvalitetom nego i razvojem metoda za primjenu u praksi. Novi se impulsi daju međunarodnom suradnjom.

Vizija Švedskoga instituta za kvalitetu

Institut je pokretačka snaga uz korištenje švedskoga razvoja u poboljšanju općega blagostanja i omogućavanja natjecanja s najboljima u svijetu.

Sustav – analiza je situacije početna točka, gdje nije riječ samo o skupljanju informacija nego i o sustavnom i metodičnom postavljanju pravih pitanja. Ključna pitanja koja sustavno treba analizirati su:

- Kako radite? – Do koje mjere možete poboljšati svoj posao?
- Kako procjenjujete svoj posao i kako biste ga poboljšali? – Koji su rezultati u vezi s vašim sustavom vrijednosti?

Struktura – koncept Švedskoga instituta za kvalitetu sadrži opći model za funkcioniranje organizacija. Taj je model zasnovan na upravljačkoj odgovornosti poduzetnika i obuhvaća ove organizacijske elemente, koji su odlučujući u postizanju zadanih ciljeva:

- informacije i vrednovanje – razvoj osoblja
- strateško planiranje – upravljanje procesom

Najviši je cilj zadovoljstvo potrošača.

Kultura – kultura se tvrtke temelji na opsežnom sustavu standarda. U osnovi su ti standardi usmjereni na postizanje poslovnih ciljeva. Oni su:

- orijentacija prema kupcu – razboritost
- odgovorno upravljanje – stalni napredak
- sudjelovanje svih kojih se posao tiče – učenje od drugih
- profesionalni razvoj – brze reakcije
- dugoročne perspektive – upravljanje prema činjenicama
- odgovornost prema društvu – partnerstvo
- orijentacija procesima

Cilj je upravljanje zasnovan na činjenicama. Kada se koristi jedan od alata koji je nastao prema modelu Švedskoga instituta za kvalitetu, proces je stalna analiza poduzeća. To služi prikupljanju ideja za poboljšanje i pregled rezultata te vodi novom opisu trenutačne situacije.

Instrument razvijen zajedno s Udruženjem švedskih poduzetnika u šumarstvu također je zasnovan na ovom modelu i jednostavno se zove »The Tool« (Alat).

To je instrument za »poboljšanje i razvoj kvalitativnih standarda za poduzetnike« i uključuje ove korake:

- počinje sažetim opisom poslovanja – uvodi poboljšanja u posao
- analizira trenutačnu situaciju – analizira novu situaciju i zahtijeva stalno ponavljanje opisane procedure
- zahtijeva nove ideje za poboljšanjima

»Alat« je prvo primijenjen u šumarskom poduzetništvu Švedske u 1999. i 2000. godine. Iskustva pokazuju da su poduzetnici uspješno koristili »Alat« i da je široko prihvaćen u poduzetničkoj praksi. Korištenje »Alata« također je imalo pozitivan utjecaj na profitabilnost.

Izvor: H. Omberg, 2000: Qualitätsmanagement. In: Documentation the 13. KWF meeting in Celle, Germany.

4.4 Ekonomska održivost – *Economic viability*

Cijena radova u šumarstvu naginje prema razini jedva prihvatljivoj za šumarske poduzetnike. Postignuta racionalizacija, bilo visokim mehaniziranjem radova ili boljom kvalifikacijom poduzetnika, rijetko povećava profit poduzetnika. Suprotno, naručitelji radova nastoje uspješnu racionalizaciju koristiti za snižavanje cijena. Oni određuju koliko su spremni platiti, a poduzetnici često ne zarade dovoljno za uspješno poslovanje. Profit, teško ostvaren nakon troškova radne snage i strojeva, prijeko je potreban za održivost tvrtki – nove investicije, daljnje osposobljavanje, intenzivnije rukovođenje i sl.

Glavni principi i ciljevi

Svi uključeni dionici moraju shvatiti da održivo šumarstvo zahtijeva održivu radnu snagu. Šumovlasnici i drvna industrija trebaju razumjeti ekonomsku situaciju šumarskih poduzetnika i mogu poboljšati

njihovu profitabilnost ne samo povećanjem cijena nego unapređenjem mnogih pitanja – kontinuiranim angažiranjem, boljom radnom praksom, osiguranjem pravednoga natjecanja i sl. Poduzetnici pak moraju poznavati osnovne ekonomske principe i financijsku strukturu svoga poslovanja te imati potrebna znanja i alate da mogu planirati financijsku stabilnost potrebnu za dugoročno poslovanje, investicije i razvoj.

Moguće posljedice i dobra praksa

Ako šumovlasnici i drvni sektor ne prihvate potrebu za održivom radnom snagom, dobavljačka strana industrije u nekim bi se državama mogla ugroziti, a nedostatak će poduzetnika smanjiti sposobnost industrije da odgovori na povećane zahtjeve za drvom. Jedna od mjera usmjerena ekonomskoj održivosti šumarskih poduzetnika dugoročni su ugovori. U Finskoj većina poduzetnika u najmanju

ruku ima jednogodišnje ugovore s jednim velikim klijentom. Čak i šumovlasnici koji nisu sigurni da mogu osigurati dovoljnu količinu posla, nastoje sklopiti dugoročne ugovore. Istodobno, udruženja poduzetnika trebaju provoditi izobrazbu o značenju održive radne snage, potrebi za pravednim tretmanom poduzetnika te važnosti nužnih ekonomskih i financijskih znanja.

Primjer dobre prakse 10

Šumarski poduzetnici kao pokretačka snaga za inovacije i ključni resurs za održivo gospodarenje šumama

Uzimajući u obzir šumarstvo i lanac opskrbe drvom, uz šumovlasnike i drvenu industriju, pokretači su inovacija često i šumarski poduzetnici. Osim što su sve važniji kao najveći izvor radne snage, postaju i glavna snaga za inovacije u sektoru:

- šumarski poduzetnici investiraju i pridonose poboljšanju naprednih šumarskih tehnika u većini europskih zemalja i regija
- dodatno njihovoj ulozi budućem razvoju tehničkih rješenja, poduzetnici teže poboljšanju kvalificiranosti svoje radne snage i tako postaju sve važniji kako šumarstvo ide k prirodi orijentiranom gospodarenju u cijeloj Europi, što zahtijeva veće vještine i kvalifikacije od svih sudionika u proizvodnom lancu
- šumarski poduzetnici, kao mala i srednje velika poduzeća u pridobivanju drva, pridonose očuvanju zaposlenosti u ruralnim područjima.

Izvor: E. Kastenholz, 2002: The role of Forestry Contractors in Rural Development. In proceedings of Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training, Seminar on Partnership in Forestry, Belgium.

4.5 Natjecanje/konkurencija – *Competition*

Šumarski poduzetnici često se natječu u nejednakim uvjetima zbog različitih sustava oporezivanja i osiguranja, nedovoljne izobrazbe i informiranosti, manjka osposobljenih radnika, razlika u kvalifikacijama i tehnološkim standardima, nejednakim troškovima rada između susjednih država i sl. Stvaranje jednakih uvjeta pritom je izazov za cijeli šumarski sektor, a pošteno je natjecanje jedini način da se osigura ekonomična proizvodnja i razvoj poduzetničkoga sektora, što znači da se jednaka pravila (zakonodavstvo, certifikacija, pravila ...) primjenjuju na sve dionike na jednak način.

Glavni principi i ciljevi

Pošteno natjecanje u osnovi znači: tržište je otvoreno za svakoga tko prihvati zajednički utvrđena pravila; nema preventivnih zapreka za uspostavu tvrtke na tržištu; pravila moraju biti jednaka za sve; sudionici imaju jednake tržišne informacije; sudionika je na tržištu mnogo; nema štetne suradnje ni među poduzetnicima ni među klijentima.

Moguće posljedice i dobra praksa

Konkurencija, u slučaju nedostatnoga znanja i informacija, lako vodi do razine cijena riskantnih za

poduzetnike. Postavljanje cijena od jednoga jačega, a neodgovornoga dionika može biti prijetnja održivosti cijeloga sektora ili pojedinačnih poduzeća. U mnogim zemljama postoje opsežni zakoni koji uređuju status poduzetnika. Važan je kriterij registracija tvrtke kod nadležnih državnih tijela (osobito poreznih tijela). Također postoji mnogo primjera gdje su različitim regionalnim sporazumima i propisima određeni uvjeti za formalno priznavanje šumarskih poduzetnika. U većini njih se naglašava da se angažirati smiju samo poduzetnici koji ispunjavaju postavljene uvjete.

Primjer dobre prakse 11

»Erkenningsregeling bosaannemers«, sektorski sporazum u Nizozemskoj

Ova inicijativa uključuje cijeli sektor u identifikaciji kriterija za dobro poduzetničko izvođenje radova i certifikaciju dobrih poduzetnika. Već je 1990. godine predstavljen dobrovoljni sustav certifikacije šumarskih poduzetnika koji je trebao pridonijeti diferenciranju »dobrih« od »loših« izvoditelja. Inicijativu je podupro Bosschap – organizacija usmjerena na poboljšanje ekonomske i socijalne situacije u šumarstvu te na kvalitetu upravljanja šumama. Članovi Bosschapa su šumovlasnici, radnički sindikati, udruženja poduzetnika, državna tijela za zaštitu prirode te okolišne nevladine organizacije.

Rezultat je te inicijative »Erkenningsregeling bosaannemers« – obuhvatan set pravila koja definiraju uvjete pod kojim poduzetnik može biti priznat kao registrirani izvođač šumskih radova.

Poduzetnik koji se registrira mora jamčiti sukladnost s tim pravilima na zakonski obavezujući način. Mora dokazati svoje dobro poslovanje serijom jasno određenih dokumenata. Među ostalim, pravila za priznavanje sadržavaju specifične zahtjeve s obzirom na kvalificiranost izvoditelja, moraju imati certifikat osposobljenoga šumarskoga tehničara ili ekvivalentnu formalnu kvalifikaciju. Osim toga postoji i opsežan katalog pravila o arbitraži u slučaju konflikta, posebno regulirane sankcije za prekršitelje i sl.

Izvor: Bosschap 1997: Erkenningsregeling Bosaannemers. Reglement Geschillen op grond van de Erkenningsregeling Bosaannemers. The Dutch voluntary 'certification' for qualified entrepreneurship in forestry.

4.6 Suradnja – *Cooperation*

Dva se aktualna zbivanja mogu primijetiti u šumarskom poduzetništvu. S jedne strane to su procesi koncentracije, gdje se npr. u Čileu i Brazilu pojavljuju poduzetnici s više tisuća zaposlenika, ili u Njemačkoj poduzetnici nude kompletnu uslugu od sječe do marketinga na širokoj regionalnoj razini. S druge strane, postoje brojna mala poduzeća koja će teško opstati ako ne povećaju svoj obujam proizvodnje i profitabilnost sklapajući partnerstvo s drugim tvrtkama. Tako se podiže konkurentnost poduzetnika i razvijaju novi modeli suradnje radi poboljšanja radnih i životnih uvjeta malih i srednjih poduzetnika.

Glavni principi i ciljevi

Ugovori između šumarskih poduzetnika i podizvoditelja trebali bi slijediti jednaka pravila kao

radni ugovori između ostalih dionika: podizvoditelji trebaju biti registrirane tvrtke podložne jednakim kriterijima kao i šumarski poduzetnici; ugovori trebaju sadržavati jasan opis usluga (količine i kvalitete posla, okolišnih zahtjeva i dr.); odgovornost i kompetencije za sigurnost pri radu trebaju biti definirane u sustavu upravljanja zdravljem i sigurnosti; prednost treba dati podizvoditeljima koji posjeduju sustav upravljanja kvalitetom u skladu s klijentovim standardima.

Moguće posljedice i dobra praksa

Suradnjom se nastoji postići veće umrežavanje poduzetnika na različitim pitanjima i razinama, a radi bolje učinkovitosti i mogućnosti preuzimanja većih poslova, kao i njihove formalne potvrde i priznavanja. Potrebno je za to razviti nove oblike suradnje i osigurati održivi razvoj ugovornoga rada u šumarstvu. Struktura je partnera pritom vrlo raznolika, a da bi osigurali razvoj, poduzetnici trebaju povezati svoje potencijale.

Primjer dobre prakse 12

Poslovni pristup u poboljšanju usluga pridobivanja drva u Švedskoj

Poslovni pristup treba biti osmišljen da se ostvari napredak, što je moguće na ovaj način:

- odgovornost je za svako unapređenje podijeljena između korisnika usluge i davatelja usluge
- poduzetnici su proaktivni, a ne reaktivni
- klijenti znaju što im treba
- sječa je profitabilna
- poduzetnici imaju vremena i energije za razvoj.

Od razvoja novoga poslovnoga pristupa mnogo se očekuju jer je apsolutno potreban za održanje i poboljšanje konkurentnosti. Način na koji se usluge kupuju potiče i usmjerava dinamiku i razvoj poslovanja poduzetnika. Klijenti iz toga razloga trebaju integrirati šumarske poduzetnike u svoj tim preko poslovnoga pristupa koji ohrabruje razvoj i uključuje formulaciju zajedničkih ciljeva, vodeći tako *win-win* situaciji.

Izvor: K. Norin, 2001: In search of excellence Business approaches to obtaining and developing logging services in Sweden. Presentation at ELMIA WOOD Seminar.

4.7 Organiziranje – Organization

U mnogim zemljama postoje udruženja šumarskih poduzetnika. S rastom značenja šumarskih poduzetnika i te asocijacije žele steći što veći utjecaj. Važnu ulogu često imaju u promicanju dobre šumarske prakse i kao socijalni partneri, kada zajedno sa sindikatima radnika pregovorima i sklapanjem tarifnih sporazuma postavljaju standarde za radne uvjete. Uz aktivnosti na regionalnoj ili državnoj razini sve je više izražena njihova potreba na međunarodnom planu te zajedničkim kriterijima i stajalištima za provedbu dobre poduzetničke prakse.

Glavni principi i ciljevi

Glavni su principi i ciljevi organiziranja: osigurati jedinstven i dosljedan pristup u ime radne snage, uključivo od poduzetnika i zaposlenika do donositelja odluka u šumarskom sektoru; potaknuti takav pristup na regionalnoj, državnoj i međunarodnoj razini; osigurati da se uspješne inicijative množe i nastavljaju; osigurati vezu između asocijacija, njihovih inicijativa i službenika da bi se osigurao učinkovit, dosljedan i jedinstven pristup.

Moguće posljedice i dobra praksa

Organiziranje šumarskih poduzetnika u saveze ili udruge nije nužno da bi se primijenila dobra praksa, ali može pomoći u implementaciji postavljanih ciljeva. Posebno može pomoći u poboljšanju radnih uvjeta kada mala poduzeća moraju braniti svoje interese protiv velikih šumovlasnika i drvne industrije. Većina je njihovih aktivnosti vezana uz regionalnu ili državnu razinu (ispunjavanje ili kreiranje zakonskih odredaba, ekonomskih uvjeta i sl.). No, zbog rasta prekograničnoga rada poduzetnika postoji povećana potreba za međudržavnom razmjenom kriterija, mjera i iskustava. Potreba za definiranjem međunarodno usporedivih standarda posebno je važna kod osposobljenosti za rad strojevima, ali i pri ručno-strojnog radu.

Primjer dobre prakse 13

Europska mreža šumarskih poduzetnika (ENFE)

Mnogo malih i srednje velikih poduzeća u brojnim europskim zemljama povezuje se u udruženja šumarskih poduzetnika kao rezultat potrebe za infrastrukturom te zbog potrebe za protokom informacija i zastupanjem interesa. Postaje sve potrebnije koordinirati te obveze na međudržavnoj osnovi, jer se velik broj radnih uvjeta važnih za posao poduzetnika sada postavlja na europskoj razini. Koegzistencija nacionalnih udruga poduzetnika dovela je do nekoordiniranih akcija. Na primjer, nema zajedničkih direktiva za izobrazbu i trening. Također nema koordinacije u istraživačkim i razvojnim programima.

Da bi se poboljšala situacija, predstavnici poduzetničkih udruženja i neorganizirani poduzetnici iz 13 europskih zemalja osnovali su 2000. godine ENFE. Uz poštivanje nacionalnih posebnosti i potrebe za neovisnosti ENFE tvori zajedničku platformu koja omogućuje identificiranje zajedničkih ciljeva, razmjenu iskustava i poboljšanje socijalnih uvjeta pri izvođenju šumskih radova u Europi. Ova će mreža osigurati intenzivan protok informacija među svojim članovima i donositeljima političkih odluka. Treba omogućiti suradnju na europskoj razini u aktivnostima nužnim za poboljšanje ekonomske situacije malih i srednje velikih poduzeća u europskom šumarstvu.

Potreba zajedničke akcije vidi se u:

- predstavljanju šumarskih poduzetnika kao važnih donositelja odluka u europskim zemljama i u EU-u
- razvoju zajedničkih normi upravljanja kvalitetom da bi se pomoglo integraciji poduzetnika u proces šumarske certifikacije
- razmjeni smjernica rada u svim aktivnostima šumarskih poduzetnika, posebno u poboljšanju zdravstvene zaštite i sigurnosti na radnom mjestu
- razvoju početnih i daljnjih programa osposobljavanja radi povećanja mobilnosti u Europi
- potpori izvođenju poslova izvan granica vlastite države
- poboljšanju dijaloga između udruženja šumarskih poduzetnika, radničkih sindikata i udruženja poslodavaca.

Izvor: www.enfe.net

5. Umjesto zaključaka – *Instead of conclusions*

Na temelju prikazanih smjernica dobre prakse šumarskoga poduzetništva u ovom se dijelu rada donosi pregled glavnih kriterija i uvjeta koje bi trebao ispunjavati *dobar* šumarski poduzetnik, ali i *dobar* klijent/naručitelj šumarskih radova te *dobar* zakonodavac.

Naputci i preporuke izvedene iz obrađenih područja i primjera dobre prakse šumarskoga poduzetništva jesu ove:

Dobar bi šumarski poduzetnik trebao:

- biti registriran kao tvrtka kod nadležnih državnih ili regionalnih tijela prema postojećim propisima
- imati kompetentno i kvalificirano poslovno upravljanje koje je sposobno donositi operativne odluke i voditi posao na poduzetnički način
- zapošljavati kvalificirano osoblje – svi zaposlenici moraju biti kvalificirani za obavljanje zadataka koji su im dodijeljeni
- posjedovati adekvatnu, dobro održavanu opremu koja omogućuje obavljanje radova na siguran način i visoke razine izvedbe
- imati dovoljnu opskrbu kapitalom da je sposoban zapošljavati kvalificirano osoblje na dugoročnoj osnovi te osigurati investicije u potrebne tehnologije
- zadobiti i održati sustav upravljanja kvalitetom radi kontinuiranoga unapređenja poslovnih struktura i procesa
- regulirati sigurnost i zaštitu na radu u okviru su stava upravljanja zdravljem i sigurnosti koji jasno opisuje i dokumentira strukture i procese suradnje s drugim poduzetnicima i podizvoditeljima
- zaključivati dugoročne ugovore o radu s svojim zaposlenicima, u kojima su radni uvjeti i plaće socijalno primjereni, a iznosi utvrđeni na pravni način
- imati potporu regionalnoga ili nacionalnoga udruženja šumarskih poduzetnika koje zastupa interese poduzetnika prema njihovim klijentima, bilo velikim šumovlasnicima ili drvnoj industriji.

Dobar bi klijent trebao:

- zapošljavati samo priznate i registrirane šumarske poduzetnike koji ispunjavaju propisane kriterije
- zaključivati jasne pismene ugovore s poduzetnicima u kojima je specificirana vrsta radova, opis količine i kvalitete radova
- imati sustav upravljanja zdravljem i sigurnosti pri radu u kojem je definirana podjela odgovornosti i kompetencija u vezi sa zaštitom na radu

- sklapati dugoročne poslove – šumarski poduzetnici tada u skladu s količinom posla mogu planirati broj osoblja i investicije.
- davati prednost poduzetnicima koji imaju sustav upravljanja kvalitetom i koji posjeduju certifikat o dobroj praksi
- primjenjivati pravila poštenoga natjecanja
- redovito komunicirati s izvoditeljima radova
- plaćati izvoditelje radova na vrijeme.

Zakonodavac i tijela javne vlasti trebali bi:

- utvrditi i provoditi zakone i propise koji dosljedno zahtijevaju zaštitu zdravlja i sigurnost pri šumskom radu
- utvrditi i provoditi zakone i propise koji omogućuju poštenu i otvorenu konkurenciju u zemlji i izvan njezinih granica
- u suradnji s izvoditeljima radova, šumovlasnicima i drvnom industrijom, definirati jasna pravila o zahtjevanim kvalifikacijama za šumarske poduzetnike i njihove zaposlenike
- definirati minimalne zahtjeve za socijalne naknade za šumarske poduzetnike i njihove radnike
- ustanoviti administraciju i inspekciju koja provodi propise i nameće sankcije gdje je to potrebno.

5. Literatura – *References*

- Crnić, I., 2017: Vodič za dobru praksu u šumarskom poduzetništvu. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–44.
- Dykstra, D. P., R. Heinrich, 1996: FAO model code of forest harvesting practice. FAO, Rome, 85 p.
- FAO, 2011: Guide to good practice in contract labour in forestry. Report of the UNECE/FAO team of specialists on best practices in forest contracting. FAO, Rome, 61 p.
- Grosse, W., 2000: Emergence of forest service enterprises in east German 'Länder'. *Mehanizacija šumarstva*, 25(1–2): 29–41.
- Häggström, C., A. Kawasaki, G. Lidestav, 2013: Profiles of forestry contractors and development of the forestry-contracting sector in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(4): 395–404.
- ILO, 1970: Minimum Wage Fixing Convention (C131). ILC, Geneva, 1970.
- Jaakola, S., 2002: The situation of contract labour in Nordic countries. Proceedings of 3rd European Forest Entrepreneurs' Day, 29 September, Edinburgh, Scotland, 5 p.
- Mäkinen, P., 1997: Success factors for forest machine entrepreneurs. *Journal of Forest Engineering*, 8(2): 27–37.
- Martinić, I., 1998: Stanje i razvoj izvođenja šumskih radova u Hrvatskoj neovisnim poduzetnicima. *Mehanizacija šumarstva*, 23(1): 7–15.

Niskanen, A., A. Lunnan, I. Ota, K. Blatner, J. Herbohn, L. Bull, I. Ferguson, G. M. Hickey, 2007: Policies affecting forestry entrepreneurship. *Small-scale Forestry*, 6(3): 233–255.

Poschen, P., 2000: Contract labour in European forestry. *Proceedings of 1st European Forest Entrepreneurs' Day*, 16 September, Celle, Germany, 12–14.

St-Jean, E., L. Lebel, 2014: The influence of start-up motivations on forest entrepreneurs' performance. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 27(4): 392–405.

Šalka, J., R. Longauer, M. Lacko, 2006: The effects of property transformation on forestry entrepreneurship and innovation in the context of Slovakia. *Forest Policy and Economics*, 8(7): 716–724.

Šporčić, M., 2005: Uvid u neka gledišta poduzetništva u šumarstvu Europe. *Šumarski list*, 129(5–6): 287–298.

Šporčić, M., I. Martinić, M. Landekić, M. Lovrić, M. Svakidan, 2009: Prikaz stanja poduzetništva u šumarstvu srednje i istočne Europe. *Nova mehanizacija šumarstva*, 30: 36–46.

Šporčić, M., M. Landekić, I. Papa, K. Lepoglavec, H. Nevečerel, A. Seletković, M. Bakarić, 2017: Current Status and Perspectives of Forestry Entrepreneurship in Croatia. *South-east European Forestry*, 8(1): 21–29.

Vondra, V., I. Martinić, M. Zdijelar, 1997: Procjena uzroka nerazvijenosti privatnoga poduzetništva u šumarskom gospodarstvu Hrvatske. *Studija*, Zavod za istraživanja u šumarstvu, Šumarski fakultete Sveučilišta u Zagrebu, 1–14.

Abstract

Overview of Good Practice in Forestry Entrepreneurship

This paper gives an overview of good solutions and arrangements in forestry entrepreneurship. The review is based on the available literary sources and it mainly presents the FAO and UNECE document entitled »Good Practice in Contract Labor in Forestry«. In the introductory part of the paper, apart from some general features of contract labor in forestry, all potential stakeholders of forestry entrepreneurship, their roles, tasks and relations are described. In addition, within the guidelines for good practice, different aspects and dimensions of forestry entrepreneurship with focus on human resources and working conditions have been addressed. Individual chapters address the issues of economic viability, competition, co-operation and organization of entrepreneurs, security and health, working time, technology, etc. Each issue is presented with a brief explanation and then the main principles, goals and potential consequences of good practice are laid out. Each question is also illustrated with a chosen example of the European or world forestry. The review, compiled based on appropriate behavior and practice in forestry entrepreneurship, is a kind of guide or model that provides guidelines and assistance in establishing good entrepreneurial practice. As such, it can be useful in forestry practice in improving various aspects of contractors' business, i.e. in a comprehensive upgrading of forestry entrepreneurship and forest management in general.

Keywords: forestry, contract labor in forestry, forestry entrepreneurship, good practice

Adrese autorâ – Authors' addresses:

Prof. dr. sc. Mario Šporčić
e-pošta: sporcic@sumfak.hr
Dr. sc. Matija Bakarić *
e-mail: mbakaric@sumfak.hr
Doc. dr. sc. Matija Landekić
e-pošta: mlandekic@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
HRVATSKA

Ivo Crnić, mag. ing. silv.
e-pošta: crnicivo@hotmail.com
Mate Lovraka 21
10040 Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (Received): 5. 9. 2018.

Prihvaćeno (Accepted): 20. 9. 2018. * Glavni autor – Corresponding author

Poslovno okruženje za razvoj sporednih šumskih proizvoda u Republici Hrvatskoj

Stjepan Posavec, Martina Ravnjak, Špela Pezdevšek Malovrh

Nacrtak – Abstract

Pridobivanje nedrvenih šumskih proizvoda može pridonijeti razvoju ruralnih sredina te potaknuti organizirano skupljanje, preradu i razvoj novih poslovnih aktivnosti posebno kod malih i srednjih poduzetnika. Za potrebe istraživanja poslovnoga okruženja za razvoj sporednih šumskih proizvoda u Hrvatskoj prikupljene su informacije o općem stanju poslovnoga okruženja. Provedena su primarna istraživanja o preradi nedrvenih šumskih proizvoda poslovnih subjekata radi analize utjecaja poslovnoga okruženja na poduzetništvo. Za prikupljanje podataka korišten je anketni upitnik. Uzorak ispitanika ($n=63$) predstavljali su poslovni subjekti koji se bave preradom sporednih šumskih proizvoda u Hrvatskoj. Na anketu je odgovorilo 34,9% ispitanika ($n=22$). Rezultati su pokazali da se najviše prerađuju gljive, ljekovito, aromatično ili začinsko bilje i samonikli šumski proizvodi. Prema provedenoj PEST(LE) (political, economic, social, technological, legal, environmental) analizi poslovnoga okruženja ispitanici su evidentirali ukupno četiri čimbenika općega poslovnoga okruženja koji su važni za razvoj sporednih šumskih proizvoda. Od toga su za razvoj sporednih šumskih proizvoda najznačajniji čimbenici ekonomskoga okruženja (4,56) i političkoga okruženja (3,94).

Ključne riječi: nedrvni šumski proizvodi, poslovno okruženje, prerađivači, PEST(LE) analiza

1. Uvod i problematika istraživanja

Introduction and scope of research

Prihvatanjem novih sektorskih politika i zakonodavstva, koji stvaraju nove odnose u području vlasništva, nastaju promjene u šumarskom sektoru. Novi procesi donose i nove mogućnosti za poboljšanje upravljanja sektorom te poticanje višenamjenskoga upravljanja šumama. U šumarskom sektoru drveni proizvodi i dalje se smatraju glavnim proizvodom zbog njihove velike ekonomske važnosti te dobro strukturirane i konkurentne tržišne vrijednosti. Šumarska poduzeća proširuju svoje poslovanje dodatnom proizvodnjom nedrvenih šumskih proizvoda i stvaranjem novih usluga. Nedrvni šumski proizvodi (NDŠP) promatraju se u prvom redu kao podsektor šumarstva, dok područje inovacija može nadilaziti sektor šumarstva te uključiti i druge gospodarske sektore, kao što su hrana i poljoprivreda, slobodno vrijeme, rekreacija i turističke aktivnosti u šumama, šumsko zemljište, kemijske tvari i zdravstveni proizvodi. Značenje NDŠP-a u odnosu na održivi razvoj posebice je istaknuto na konferenciji UN-a održanoj 1992. godine u Rio de Janeiru, kada je postignut dogovor o promociji učinkovite upotre-

be svih proizvoda i usluga od šuma. Osim Agende 21 za problematiku NDŠP-a važne su Helsinška i Lisabonska rezolucija, u kojima se navodi da je »promocija upotreba NDŠP-a i usluga sastavni dio socioekonomskoga gledišta održivoga gospodarenja šumama« (Glück i dr. 2010).

Prema Strategiji razvoja poduzetništva u Republici Hrvatskoj 2013.–2020. (NN 136/2013) sektor maloga gospodarstva potpuno je usklađen s istim sektorom u EU-27. Međutim, gustoća malih i srednjih poduzeća u Hrvatskoj iznosi samo 70 % gustoće u EU-u. Hrvatska još nije uspjela dostići stopu rasta maloga gospodarstva koja bi se mogla usporediti s onom u EU-u te ima višu stopu zatvaranja poduzeća. Nešto više od polovice subjekata maloga gospodarstva posluje u sklopu uslužnoga sektora. Međutim, za zemlju s malim domaćim tržištem nužno je istaknuti važnost prerađivačke industrije koja je glavni izvor izvoza. Treba se usmjeriti na povećanje izvoza kako bi se smanjio postojeći deficit trgovinske bilance u sektoru maloga gospodarstva u Hrvatskoj.

Lokalno se stanovništvo koristi od davnina nedrvenim šumskim proizvodima (NDŠP) jednako kao i glavnom, drvnom sirovinom, ali su oni neuspore-

divo manje iskorištavani u komercijalne svrhe, iako je njihova upotreba mnogostruka (Vuletić i dr. 2011). Prema definiciji FAO-a nedrvni su šumski proizvodi »roba biološkoga porijekla, osim drva, koji potječu iz šume, šumskoga zemljišta i sa stabala izvan šume« (FAO 1999). S obzirom na njihovu mnogobrojnost i raznovrsnost teško ih je sistematizirati. Uglavnom ih razvrstavamo prema namjeni pa ih tako razvrstavamo na one za obnovu šuma, uzgoj drveća, podizanje nasada (šumsko sjeme, sadnice šumskoga drveća iz prirodnoga pomlatka), industrijsku preradu, za hranu i liječenje te za potrebe stočarstva. Oni su uz racionalno gospodarenje obnovljivi i većinom se javljaju prirodno bez čovjekova utjecaja. Njihova važnost ogleda se u mogućnosti dodatne zarade i razvoja sitnoga, maloga i srednjega poduzetništva kojim se može potaknuti razvoj ruralnih sredina. U farmaceutskoj se industriji upotrebljavaju biljke koje sadrže ljekovite sastojke, a u kozmetičkoj one koje sadrže eterična ulja (iglice, lišće) itd. (FAO 2005).

Zbog navedenih teškoća u razvoju poduzetništva u šumarstvu postavljeni su ciljevi rada kako bi se analiziralo poslovno okruženje koje utječe na razvoj proizvodnje i prerade nedrvenih šumskih proizvoda primjenom PEST(LE) modela.

2. Razvoj proizvodnje nedrvenih šumskih proizvoda pomoću certifikacije

Development of production of non-wood forest products by certification

Prijelaz na tržišnu ekonomiju i restitucija vlasništva nad šumom i šumskim zemljištem omogućilo je razvoj novih poslovnih prilika, a samim time i poduzetnika u izvođenju šumarskih radova (Šporčić i dr. 2009). Poduzetnici u šumarstvu trebaju razvijati poslove koji su ekonomski i socijalno održivi, što znači da moraju ispuniti standarde izvedbe i kvalitete koje zahtijevaju korisnici odnosno kupci njihovih proizvoda ili usluga (Bakarić 2018).

Certificiranje šuma pruža mogućnost pozitivnoga utjecaja na poslovno okruženje te olakšava izvoz proizvoda šumarstva i prerade drva. Certifikat FSC FM (*Forest stewardship Council*, ovlašteno udruženje za certificiranje šuma i gospodarenja šumom – *Forest Management*) odnosi se na održivo gospodarenje šumama, što uključuje i sve biljne i životinjske vrste u šumi šumoposjednika tako da se vrste ne iskorištavaju prekomjerno, da je poznato porijeklo i da su postavljene politike i procedure u svim fazama pridoživljanja, obrade, skladištenja i stavljanja na tržište (lanac sljedivosti, CoC – *Chain of Custody*). Također

moraju biti uzeti u obzir planovi gospodarenja šumom te nacionalno zakonodavstvo koje se odnosi na šumarstvo, zaštitu prirode, zaštitu okoliša i zaštitu voda. Navedeni certifikat za održivo gospodarenje šumama (*Forest stewardship Council* FSC FM/CoC) u Republici Hrvatskoj ima ukupno dvanaest šumoposjednika odnosno tri poslovna subjekta, od kojih je najveći Hrvatske šume d.o.o., trgovačko društvo koje gospodari državnim šumama. Tvrtka je prvi put certificirana 2002. godine. Certifikat koji se odnosi na lanac sljedivosti (FSC CoC) u Republici Hrvatskoj posjeduje 285 tvrtki, koje su certificirane u pet certifikacijskih kuća (<https://info.fsc.org/certificate>, 31. 3. 2018).

Razvojem privatnoga poduzetništva u šumarstvu te vraćanjem konfiscirane imovine pravnim i privatnim osobama uspostavljaju se prvi privatni šumoposjedi 2011., 2012. i 2013. godine koji se namjeravaju baviti šumarstvom tako da ostvaruju dobit. Sunčane šume d.o.o. osnivaju se 2011. godine, a temeljem koncesije gospodare šumama Đakovačke nadbiskupije i privatnoga šumoposjednika. Nakon toga 2012. godine osniva se Udruga šumoposjednika koja objedinjava privatne šumoposjednike organizirane u tri komanditna društva: Faunus Selva k.d., Fatuus Selva k.d., Diana Selva k.d., te četiri trgovačka društva: Gazije Silva d.o.o., Seona Silva d.o.o., Ban Silva d.o.o., Gospodarstvo Turković Kutjevo i četiri privatna šumoposjednika, što je ujedno i jedini primjer grupnoga certifikata u Republici Hrvatskoj. Ta udruga posjeduje certifikat od 2013. godine. Uvidom u javnu bazu podataka (<https://info.fsc.org/certificate>, 31. 3. 2018) vidljivo je da mogućnost certifikacije FSC FM nedrvenih šumskih proizvoda koriste članovi odnosno komanditna društva, trgovačka društva i privatne osobe udružene u Udrugu šumovlasnika pod brojem licencije FSC-C111451 koji su svoj certifikat za nedrvne šumske proizvode ishodili 2017. godine, odnosno u razdoblju recertifikacije. U sklopu toga certifikata FSC-STD-40-004 dopušta certifikaciju nedrvenih šumskih proizvoda svrstanih u deset grupa N1–N10 s detaljnom specifikacijom nedrvenih šumskih proizvoda. Može se pretpostaviti da će daljnjim razvojem privatnoga poduzetništva u šumarstvu rasti interes za korištenjem nedrvenih proizvoda i za postizanje što veće dobiti osobito u kategorijama N8 kemijski, medicinski i kozmetički proizvodi, N9 hrana, što uključuje divljač, gljive i med, i N10 ostali proizvodi (sjemenski materijal / žir i bukvice /, plemke itd.) (www.ic.fsc.org – baza podataka nositelja certifikata FSC, 31. 3. 2018.).

Najveći šumoposjednik, tvrtka Hrvatske šume d.o.o., za sada ne koristi mogućnost certificiranja

nedrvih šumskih proizvoda, iako tvrtka posjeduje FSC certifikat za 2,024 milijuna hektara. Primjena tih površina za iskorištavanje certificiranih NDŠP-a u budućnosti bi stvorila mogućnost razvoja poslovnih aktivnosti i dodatne prihode za poduzeće i skupljače koji se oslanjaju na resurs kojima upravlja trgovačko društvo. Jasno je da gospodarenje nedrvinim šumskih proizvodima zahtijeva dobru (i dodatnu) organizaciju te dodatne troškove rada i provođenje nadzora.

3. Područje istraživanja i metoda rada *Research area and working methods*

Istraživanje se temeljilo na analizi poslovnoga okruženja za razvoj sporednih šumskih proizvoda u Hrvatskoj radi prikupljanja informacija o općem stanju u poslovnom okruženju te uvida u mogućnosti razvoja poslovnih prilika. Također, nastojalo se utvrditi koje su otežavajuće okolnosti koje utječu na poslovanje malih poduzetnika u šumarstvu.

Kao istraživačka metoda u ovom je radu primijenjena anketa »od vrata do vrata« za prikupljanje stavova predstavnika poduzeća za preradu NDŠP-a. Iz registra poslovnih subjekata identificirana su 63 poduzeća koja se bave preradom NDŠP-a i koja su prostorno raspoređena po regijama Republike Hrvatske. Uzorak su činili svi predstavnici registriranih poduzeća. Na anketu je odgovorilo 34,9 % ispitanika ($n=22$) jer velik broj poduzeća za preradu NDŠP-a nije želio sudjelovati u istraživanju iz osobnih razloga. Upitnik se sastojao od 39 pitanja svrstanih u šest tematskih cjelina:

- sociodemografske karakteristike ispitanika
- opće informacije o poduzeću
- kupovina NDŠP-a
- prerada NDŠP-a
- trgovina i marketing NDŠP-a
- analiza poslovanja i poslovnoga okruženja.

Za potrebe ovoga rada analizirana su četiri pitanja iz skupine pitanja koja se odnose na analizu poslovanja poduzeća i poslovnoga okruženja. U istraživanju je prilikom obrade primarnih podataka primijenjena statistička analiza u programu SPSS (Corp. IBM, 2011). Za analizu podataka korištena je analiza frekvencija i izračunata prosječna vrijednost kao dio deskriptivne statistike (Field 2009).

Za potrebe analize poslovnoga okruženja korišteni su rezultati ankete i sekundarni podaci prikupljeni iz službenih ili internih izvješća poduzeća,

pravnih dokumenata i internetskih izvora. Analiza općega okruženja provedena je na temelju PEST(LE) modela koji uključuje šest vrsta okruženja (političko, ekonomsko, sociološko, tehnološko, pravno i ekološko) i koji je osnova za strateško planiranje. PEST(LE) model analizira okolinu za tržište u nastajanju ili već postojeće tržište i daje pregled situacije koja ima utjecaj na industriju općenito ili na poduzeća unutar promatrane industrije ili sektora (Gupta 2013). PEST(LE) analiza proces je ocjene i interpretacije informacija dobivenih istraživanjem političkih i zakonodavnih (P), ekonomskih (E), sociokulturnih (S), tehnološko-znanstvenih (T), pravnih (L) i ekoloških čimbenika (E) okoline poduzeća. Model je razvijen 1967. godine (Aguilar 1967), a osnovni je cilj analize prepoznati i upozoriti na kritične čimbenike koji bitno utječu na sadašnjost i budućnost poslovanja poduzeća. Osim kategorizacije čimbenika zadatak je PEST(LE) analize i utvrđivanje njihova međusobnoga utjecaja i međudjelovanja kako bi se kvalitetnije prepoznale prilike i prijetnje za poduzeće. Političko-zakonodavno i pravno okruženje uzima se kao istaknuti čimbenik prilikom ulaska na strano tržište jer je razumijevanje političkih prilika na postojećem ili na novom tržištu od neprocjenjive važnosti. Sadašnja politička situacija ili pojedini zakonski propisi mogu zaustaviti prodor novih konkurenata na tržište. Zbog toga poduzeće treba poznavati i pratiti zakonsku regulativu te političku stabilnost u zemljama u kojima posluje radi prilagodbe i mogućega utjecaja na razvitak političko-zakonodavne i pravne okoline. Posebno je to slučaj u nerazvijenim zemljama ili zemljama u razvoju, što za posljedicu ima pozitivan ili negativan gospodarski ishod. Analiza ekonomskoga okruženja i ekonomskih trendova te strukturnih pomaka na nacionalnoj i globalnoj razini također utječe na strateško planiranje poslovanja. Ako se radi o gospodarski zdravom području u kojem potrošači imaju potencijala, tj. dobru kupovnu moć, poduzeće će se lakše odlučiti za prodaju dobara i pružanje usluga na takvu području. Sociološkim i demografskim analizama pratimo trendove i čimbenike populacije koji su uključeni na tržište (Keča i dr. 2017), njihovu tradiciju, vrijednosti, stajališta, uzorke ponašanja i njihove promjene. Ta okolina obuhvaća životni stil, kupovne navike, stajališta prema društvenim i kulturnim promjenama, edukacijski sustav i religijsku praksu. Samo je poznavanje sociokulturne okoline i njezinih trendova bitno kako bi se izbjegla društveno-kulturna nekompatibilnost koja može dovesti do poslovnih problema i propuštanja poslovnih šansi i kako bi se prepoznala potencijalna radna snaga i potencijalni klijenti tvrtke.

Tehnološka okolina obuhvaća tehnološke trendove te promjene, kao što su znanstvena unapređenja, dostignuća i inovacije. Poduzeće treba pratiti tehnološki razvitak i ponudu novih tehnologija na tržištu, posebice u području informatičke tehnologije. Ekološka okolina obuhvaća sve prirodne resurse koji svojom kvalitetom i kvantitetom neizravno utječu na opstanak i razvitak poduzeća te utjecaj različitih grana djelatnosti na okoliš. Stoga je potrebno pronaći načine eliminiranja ili smanjenja negativnih utjecaja na okoliš te pronaći načine za stvaranje pozitivnih radi ostvarenja održivoga razvoja.

Prema izvornomu modelu PEST(LE) postupak u ovom istraživanju provođen je u nekoliko koraka:

- svaki od navedenih tipova okoline bio je podijeljen na odgovarajuće ključne sastavnice
- promatra se mogući utjecaj čimbenika poslovnoga okruženja na poslovanje poduzeća uz pomoć ocjene na skali Likert (1 – vrlo nebitan utjecaj, do 5 – vrlo bitan utjecaj).

4. Rezultati – Results

4.1 Sociodemografske karakteristike ispitanika – Socio-demographic characteristics

Prema prikupljenim podacima na uzorku prosječna je dob vlasnika tvrtke koja se bavi preradom nedrvnih šumskih proizvoda 49 godina. Većinom su

vlasnici muškarci sa srednjom stručnom spremom, zaposleni u privatnom sektoru u poduzeću registriranom kao obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo. U prosjeku imaju četiri zaposlena, dok su ostali zaposlenici angažirani prema potrebi u sezoni skupljanja i prerade ovih proizvoda. Većina je tvrtki osnovana nakon 2010. godine.

4.2 Prerada i prodaja NDŠP-a – Processing and sale of non-wood forest products

Poduzeća obuhvaćena anketom uglavnom se bave preradom i prodajom NDŠP-a. S obzirom na rezultate anketa i izračune njihove prosječne vrijednosti, može se zaključiti kako su od NDŠP-a najviše zastupljene gljive (tartufi i vrganji) s kapacitetom proizvodnje od 8817,5 kg godišnje, koje se najčešće izvoze u Njemačku, Italiju i susjednu Sloveniju s godišnjom količinom izvoza od 1376,67 kg.

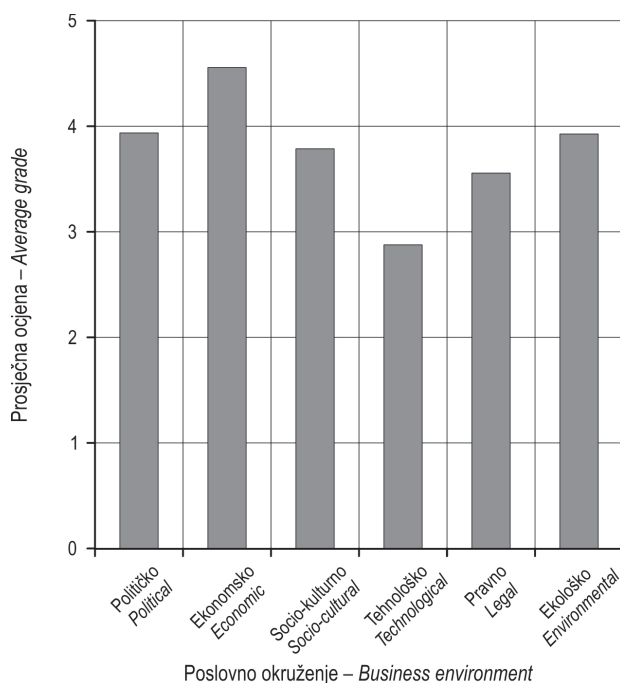
Treba istaknuti i šumske plodove, od kojih su najznačajniji kesten, divlja jabuka, borovnica, malina, kupina i bazga s prosječnom iskorištenošću kapaciteta od 91,67 %. Količina je izvoza 525 kg godišnje, a ti se šumski plodovi većinom izvoze u Sloveniju i Mađarsku. Od ljekovitoga, aromatičnoga i začinskoga bilja najviše su zastupljeni smilje, kopriva i lovor s najvećom prosječnom godišnjom količinom izvoza u vrijednosti od 15 005 kg. Najveće prosječne otkupne i prodajne cijene ostvaruju se trgovinom i prodajom gljiva.

Tablica 1. Usporedba kupovne i prodajne cijene te izvoz
Table 1 Comparison of buying and selling price and export

Vrsta NDŠP-a NWFP type	Kupovna cijena, HRK/kg Buying price, HRK/kg	Prodajna cijena, HRK/kg Selling price, HRK/kg	Kapacitet proizvodnje, kg/god. Production capacity, kg/year	Iskorištenost kapaciteta, % Capacity utilization, %	Izvoz Export	Godišnja količina izvoza Annual export quantity
Samonikli šumski plodovi Naturalgrown forest products	32,67	176,86	2576,25	91,67	Slovenija Mađarska	525
Gljive Mushrooms	127,86	808,57	8817,50	80,00	Njemačka Slovenija Italija	1376,67
Samoniklo bilje Naturalgrown herbs	–	20,00	–	100,00	Austrija	20
Ljekovito, aromatično ili začinsko bilje Medicinal, aromatic and spice herbs	63,00	241,25	8790,00	71,67	EU, SAD	15 005
Nešto drugo – Other	1,00	8,00	30 000,00	100,00	–	–

4.3 PEST(LE) analiza poslovnoga okruženja *PEST(LE) analysis of business environment*

Rezultati su istraživanja pokazali da iz poslovnoga okruženja poduzeća (slika 1) najveći utjecaj ima ekonomska okolina (prosječna ocjena = 4,56), koja uključuje domaću gospodarsku situaciju, poreznu politiku i nezaposlenost, zatim politička okolina (prosječna ocjena = 3,94) zbog procesa osnivanja poduzeća, politike vlade i trgovačke politike i ekološka okolina (prosječna ocjena = 3,93) zbog velikih administrativnih barijera u poslovanju. Iz tablice 2 može se vidjeti kako najmanji utjecaj na poslovno okruženje ima tehnološka okolina (prosječna ocjena = 2,88) zbog starosti tehnologije, nedostatka komunikacije, inovacija i novih patenata.



Slika 1. Prosječne ocjene poslovnoga okruženja koje utječe na poslovanje (Izvor: Anketni upitnik)

Fig. 1 Average business environment grades affecting business (Source: questionnaire)

5. Zaključak – Conclusion

Najveći su izvoznici NDŠP-a u svijetu Kina, Indija, Indonezija, Malezija, Tajland i Brazil, dok su najveći konzumenti tih proizvoda Europa (osobito Njemačka) i SAD. Hrvatska svoju potrošnju uvelike osniva na uvozu iz Bosne i Hercegovine, Srbije, Rumunjske i Bugarske po značajno manjim cijenama,

što je uzrok nedovoljne iskorištenosti potencijala i prirodnih resursa kojima je Hrvatska bogata. Teško je procijeniti koliko se NDŠP koristi za osobne potrebe, a koliko se prodaje na tržištu. Ukupna vrijednost tržišta sporednih šumskih proizvoda u Europi je oko 2277 milijardi eura (FOREST EUROPE, 2015). U Republici Hrvatskoj teško je doći do točnih podataka o skupljanju NDŠP-a jer ne postoji sveobuhvatan registar, nego uglavnom procjene o vrijednostima NDŠP-a (Posavec 2001). Broj NDŠP-a je velik i nije prihvaćena međunarodna klasifikacije prilikom izvještavanja na nacionalnoj razini. Tako se količine i vrijednosti skupljenih, kupljenih ili prodanih nedrvnih šumskih proizvoda ne mogu pratiti u evidenciji Državnoga zavoda za statistiku. Zbog nepostojanja jedinstvene baze podataka teško je dobiti relevantne podatke o značenju i utjecaju NDŠP-a na lokalnu ekonomiju. Budući da tržište nedrvnim proizvodima u Republici Hrvatskoj nije organizirano, cijene otkupa ovise o otkupljivaču i variraju s obzirom na trenutačnu ponudu i potražnju, koja uvelike ovisi i o vremenskim prilikama. Zbog svega toga i zbog nedostatka kontrole na terenu sivo je tržište u porastu. Upravo intenzivnije korištenje ovih proizvoda i usluga otvara mogućnost razvoja sitnoga, maloga i srednjega poduzetništva, koje može potaknuti gospodarski razvoj ruralnih sredina. Zbog toga sama analiza poslovnoga okruženja poduzeća ima veliko značenje jer daje mogućnost analiziranja poslovnih subjekata, kretanja ponude i potražnje za određenim proizvodima te uklanjanje barijera koje utječu na razvoj poduzeća i budućnost razvoja sektora. Glavni su problemi s kojima se poduzetnici koji se bave preradom nedrvnih šumskih proizvoda susreću komplicirane procedure dobivanja dozvola za skupljanje i preradu. Izdavanje pojedinih dozvola koje su potrebne za poslovanje i izvoz tih proizvoda u nadležnosti je različitih ministarstava i inspekcija pa poduzetnici većinu vremena provode u skupljanju potrebnih dozvola za normalno poslovanje. Nakon svega toga mogu se posvetiti analizi poslovnoga okruženja, odnosno tržišta za svoje proizvode, što uvelike umanjuje perspektivu razvoja ovoga sektora šumarstva koje posjeduje značajan razvojni potencijal ruralnih područja.

Zahvala – Acknowledgement

Istraživanje za potrebe ovoga rada provedeno je u sklopu projekta »Utvrđivanje dodane vrijednosti i održivo korištenje sporednih šumskih proizvoda«, koji je financiralo Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, u trajanju od 2016. do 2018. godine.

6. Literatura – References

- Aguilar, F. J., 1967: Scanning the business environment. MacMillan, New York.
- Bakarić, M., 2018: Unaprjeđenje gospodarenja privatnim šumama u Republici Hrvatskoj modeliranjem poduzetničkih poduhvata. Doktorski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Corp. IBM, 2011: IBM SPSS Statistics for Windows, 20.0 edn. IBM Corp., Armon, NY.
- FAO 1999: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Unasylva - No. 198 - Non-wood Forest Products and Income Generation, Vol. 50, 3.
- FAO 2005: Global Forest Resources Assessment, Progress towards sustainable forest management, FAO Forestry Paper 147, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Field, A., 2009: Discovering statistics using SPSS, 3rd edn. SAGE, Los Angeles.
- FOREST EUROPE, 2015: State of Europe's Forests 2015. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.
- Glück, P., M. Avdibegović, A. Čabaravdić, D. Nonić, N. Petrović, S. Posavec, M. Stojanovska, 2010: The preconditions for the formation of private forest owners' interest associations in the western Balkan region. *Forest Policy and Economics*, 12(4): 250–263.
- Gupta, A., 2013: Environmental and pest analysis: An approach to external business environment. *Merit Research Journal of Art. Social Science and Humanities*, 1(2): 13–17.
- Keča, Lj., M. Marčeta, S. Posavec, S. Jelić, Š. Pezdevšek Malovrh, 2017: Tržišne karakteristike i klaster analiza nedrvnih šumskih proizvoda. *Šumarski list*, 141 (3–4): 151–162.
- NN 136/2013: Strategija razvoja poduzetništva u Republici Hrvatskoj 2013. – 2020. Ministarstvo poduzetništva i obrta, Narodne novine, 136.
- Posavec, S., 2001: Rasprava o metodama za procjenu vrijednosti šume. *Šumarski list*, 125(11–12): 611–617.
- Šporčić, M., M. Landekić, I. Papa, K. Lepoglavec, H. Nevečeral, A. Seletković, M. Bakarić, 2017: Current Status and Perspectives of Forestry Entrepreneurship in Croatia. *South East European Forestry*, 8(1): 21–29.
- Vuletić, D., S. Krajter, O. Vlainić, 2011: Pregled stavova lokalnog stanovništva i korisnika o nedrvnim proizvodima i uslugama šuma. *Šumarski list*, 135(13): 222–229.

Abstract

Business Environment for Development of Non-Wood Forest Products in the Republic of Croatia

The use of non-wood forest products could support development of rural areas and encourage organised picking, processing and development of new business activities, especially by small and medium entrepreneurs. Within the aim of business environment research for the development of non-wood forest products in Croatia, information about the business environment has been collected. Primary research about the processing of non-wood forest products has been conducted with the aim of determining the effect of business environment on entrepreneurship development. A questionnaire was used to collect data. A representative sample was made of business entities in the field of processing of non-wood forest products in Croatia. The response rate was 34.9 % (n = 22). Results show that the main processing products are mushrooms, medicinal, aromatic or spice herbs and other natural forest products.

According to the PEST(LE) analysis of (political, economical, sociological, technological, legal and ecological) business environment, respondents highlighted 4 factors of general business environment, which are relevant for the development of non-wood forest products. The most important factors are the economic environment (4.56), and political environment (3.94).

Keywords: non-wood forest products, business environment, PEST(LE) analysis

Adrese autorâ – *Authors' addresses:*

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec *
e-adresa: sposavec@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za izmjeru i uređivanje šuma
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
HRVATSKA

Martina Ravnjak, mag. ing. silv.
e-adresa:
Papratnica bb
72230 Žepče
BOSNA i HERCEGOVINA

Dr. sc. Špela Pezdevšek Malovrh
e-adresa: spela.pezdevsek.malovrh@bf.uni-lj.si
Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta
Večna pot 83
1000 Ljubljana
SLOVENIJA

Primljeno (*Received*): 23. 11. 2018.
Prihvaćeno (*Accepted*): 7. 12. 2018.

* Glavni autor – *Corresponding author*

Djelatnici Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije u posjetu međunarodnom sajmu šumarske mehanizacije i opreme – INTERFORST 2018

U glavnom gradu Bavarske, na prostoru Münchenskoga sajma (njem. Messe München), od 18. do 22. srpnja 2018. godine održan je 14. međunarodni sajam šumarske mehanizacije i opreme – INTERFORST 2018. Među više od 50 000 posjetitelja koji su pohodili ovogodišnju najveću izložbu

šumarskih tehnologija bili su i hrvatski šumarski znanstvenici iz Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na sajmu su izlagala 453 izlagača na 75 000 m² otvorenoga i zatvorenoga prostora. Najjači izložbeni dio sajma činila je šumska mehanizacija s potpuno



Slika 1. Izložbeni prostori sajma INTERFORST 2018

Fig. 1 Exhibition spaces of INTERFORST 2018



Slika 2. Implementacija modernih tehnologija u šumarskoj struci
Fig. 2 Implementation of modern technologies in forestry

opremljenim strojevima za mehaniziranu sječu i izradu (slika 1), zatim različiti strojevi za proizvodnju i transport sječke, a značajan se dio odnosio i na ergonomsko-sigurnosni aspekt pri ručno-strojnom postupku rušenja stabala.

Dominantna tema na Interforstu 2018, kako za velike proizvođače strojeva, tako i na kongresu, forumima i posebnim demonstracijama, bila je aktualna digitalizacija u šumarstvu (slika 2). Primjerice, harvester koji bilježi podatke i uvrštava ih u svoj ra-

čunalni sustav samostalno, ili bespilotna letjelica koja pruža pregled populacije stabala u šumi pogođenoj vjetroizvalama ili napadu štetnika. Dodatno, uz podršku Tehničkoga sveučilišta u Münchenu, održan je popratni program pod naslovom »Šumarstvo 4.0 – digitalizacija šumarske industrije«, čiji se fokus odnosio na optimizaciji silvikulturnih procesa integracijom informacijskih i komunikacijskih tehnologija

U zatvorenom dijelu izložbenoga prostora održana je tematska demonstracija pod naslovom »Od



Slika 3. Zatvoreni dio izložbenoga prostora s fokusom na uzgajanje šuma
Fig. 3 Closed part of the exhibition area with a focus on silviculture management



Slika 4. Izlagači šumske mehanizacije – otvoreni dio izložbenoga prostora

Fig. 4 Exhibitors of forest technology – an open part of the exhibition space

sadnica do kvadratnog drveta – lanac za obradu drveta», koja je prikazala cjelokupni proces od uzgajanja šuma, otvaranja i inventarizacije, do pridobivanja drva te finalnoga proizvoda u obliku materijala ili energenta (slika 3).

Na otvorenom dijelu izložbenoga prostora, u sklopu ergonomskoga *parkoura* i uz certificirane šumske radnike sjekače, održana je tematska demonstracija pod naslovom »U velikom i malom mjerilu – uz pomoću tehnologije za unapređenje sigurnosti«. Pritom je prikazano rušenje stabala uz pomoć vitla na siguran način, pravilna tehnika rušenja stabala, najsuvremenija osobna zaštitna oprema i dr.

Forum pod naslovom »Zeleni kauč« bio je točka susreta za stručnjake iz industrije i kreatore šumarske politike (slika 5). Tema održanoga foruma obuhvatila je uvjete i izazove političkoga okvira šumarstva i drvne industrije u Austriji i Bavarskoj, drvo kao ključna sirovina za uspješno preusmjeravanje resursa te zajedničke aktivnosti preko nacionalnih granica. Stručni kongres održan u sklopu sajma obuhvatio je dvije aktualne teme. Prva se tema odnosila na društvene promjene u smislu održivosti i šumarstva, a druga tema odnosila se na šumarstvo u tranziciji s naglaskom na prilagođavanje dionika šumarske industrije kako bi ostali konkurentni na tržištu.

Važno obilježje izloženih proizvoda, uz njihov širok raspon, bila su i brojna inovativna rješenja, od kojih mnoga s kombiniranjem računalnih i komunikacijskih tehnologija uz već potvrđene klasične pristupe i metode. Ukratko, INTERFOST 2018 zadovoljio je visoke stručne zahtjeve: izlagalo se provjereno i već vrednovano, ali je također ponuđeno mnoštvo inovacija te su u svemu posjetiteljima dane sveobuhvatne stručne informacije. Svoje interese na sajmu nisu zadovoljili samo šumarski profesionalci, već i privatni šumski posjednici, ali i velik krug onih čiji su interesi prema šumi vezani uz različita šumarska područja i poslove, npr. u korištenju ogrjevnoga drva, gospodarenju šumom u skladu s prirodom i s naglaskom na očuvanje tla, te sudionici zainteresirani za publiciranje šumarske literature.



Slika 5. Otvoreni dijalog na forumu o šumarskoj politici
Fig. 5 Open discussion at the forum on forestry policy

Kruno Lepoglevec i Matija Landekić

Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC *Improved Forest Mechanisation: Mobilizing natural resources and preventing wildfires*, Madrid, Španjolska, 24-27. rujna 2018.

U Madridu je od 24. do 27. rujna 2018. godine održano 51. međunarodno znanstveno savjetovanje udruženja FORMEC pod naslovom *Improved Forest Mechanisation: Mobilizing natural resources and preventing wildfires* u organizaciji Sveučilišta u Madridu, odnosno Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije pod vodstvom profesora Eduarda Tolosane i profesora Rubéna Lainea.

Svrha savjetovanja bilo je predstavljanje novih znanstvenih i operativnih spoznaja s glavnim težištem prema prevenciji šumskih požara u sredozemnim područjima, ali i druženje te razmjena iskustava, znanja i vještina među znanstvenicima, istraživačima i operativcima u prvom redu na području tehnika i tehnologija, ali i šumarstva općenito. Znanstveni odbor savjetovanja bio je u sastavu: Mauricio Acuña (Sveučilište »Sunshine Coast«, Australija), Raffaele Cavalli (Sveučilište u Padovi, Italija), Hans Rudolf Heinemann (Švicarski savezni institut tehnologije, Švicarska), Tadeusz Moskalik

(Poljoprivredno sveučilište u Varšavi, Poljska), Ivica Papa (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska), Tibor Pentek (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska), Eduardo Tolosana (Sveučilište u Madridu, Španjolska) i Rien Visser (Sveučilište Canterbury, Novi Zeland).

Na savjetovanju je prisustvovalo 149 znanstvenika iz 24 zemlje, podijeljenih u četiri sesije. Savjetovanje se sastojalo od 7 pozvanih predavanja, 87 usmenih priopćenja i 19 postera. Također, treba spomenuti kako je 10 predavanja bilo vezano uz glavnu temu savjetovanja, odnosno uz šumske požare u Australiji, SAD-u, Italiji i Španjolskoj. Članovi Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu održali su četiri usmena izlaganja.

Savjetovanje je otvoreno pozdravnim govorima prorektora Sveučilišta u Madridu Francisca Javier Jiméneza Leubea, prodekana Sveučilišta u Madridu Joséa Ramóna Gonzáleza Adradosa te dvaju predsjednika organizacijskih odbora savjetovanja FORMEC 2018, profesora Eduarda Tolosane i profesora Imre Czupya. Nakon stanke savjetovanje se nastavilo dvjema plenarnim sesijama (moderator je bio Eduardo Tolosana) u kojima su redom izlagali:

Raffaele Spinelli: *Mechanization of forest operations: new developments, trends and challenges*

Manuel López Sánchez: *TQM: Applications to forest mechanized harvesting planning and control: the ENCE Spanish case-study in Eucalyptus operations*

Karl Stampfer: *State of the art of European tower yarder manufacturers and models*

Mauricio Acuña: *Frontiers in Logistics optimization of wood and biomass supply chains*

Juan Bautista García Ejido: *Mechanization and operational control in wildfire fighting*



Slika 1. Otvaranje međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja FORMEC 2018

Fig. 1 Opening ceremony of the International Scientific Conference FORMEC 2018

Luis Saul Esteban Pascual: *Innovative wildfire preventive mechanized operations.*

Nakon stanke za ručak otvorena je i posterska sesija, a potom je nastavljen rad u četirima uspo-rednim sesijama. U nastavku se navode sva usmena izlaganja koja su bila održana tijekom savjetovanja.

U sesiji A1 pod naslovom *Forestry contractors and enterprises* moderator je bio Ola Lindroos, a u njoj su održana ova izlaganja:

R. Astrup, N. Strange, P. J. Kerstens, P. Bogetoft, H.-U. Dietz, G. Aalmo, B. Talbot: *The TECH4EFFECT Efficiency Portal: architecture, challenges, and preliminary outcomes of an ambitious benchmarking system*

H. Haavikko, K. Kärhä, M. Hourula, T. Palander: *Energy efficiency of small and medium-sized enterprises in wood procurement: a case study of Stora Enso in Finland*

F. Neri, F. Fabiano, A. Laschi, P. Cielo, R. M. Ricart: *The European Chainsaw Certificate (ECC) since 2009 to 2018: development and activities*

N. Krajnc, M. Triplat: *Web-based service for assessment of forestry contractors – the case of Slovenia*

M. Vuillermoz, P. Ruch, P. Magaud: *Lessons learnt from capacity building research-action with professional wood mobilisers: tackling the knowledge-transfer challenge*

J. Martínez-Trepat, P. Navarro, J. Pemán, G. Picchi: *Analysis of Forest Enterprises in Catalonia.*

U sesiji A2 pod naslovom *Infrastructural planning for forest operations* moderator je bila Andreja Đuka, a održana su ova izlaganja:

L. G. Bont: *Optimizing the layout of an existing forest road network in steep terrain*

D. Fjeld, M. Rönnqvist, P. Flisberg: *Developing methods for truck route selection and cost modelling in steeper topographies*

M. Fraefel, L. G. Bont, C. Fischer: *A spatially explicit timber harvesting and transport model*

D. Janeš, A. Đuka, I. Papa, T. Poršinsky, Ž. Tomašić, T. Pentek: *Terrain classification for timber harvesting and forest accessibility*

M. Acuña, G. Murphy: *Productivity and Economic Impacts of Harvesting with Spatial and Size Constraints.*

U sesiji A3 pod naslovom *The human factor in forest operations: new developments in ergonomics, safety and health* moderirao je Emmanuel Cacot, a u njoj su održana ova izlaganja:

S. A. Borz, N. Talagai, M. Cheța, D. Chiriloiu, A. Gavilanes, D. D. Castillo: *Physical strain, exposure to noise and postural assessment of motor-manual felling of willow short rotation coppice using brush cutters*

T. Nitami, S. Sooil: *Smart Chainsaw – ICT and IOT on manual chainsaw operation for safety and productivity at forestry operation*

J. M. Sowa, G. Szweczyk, J. Groborz: *The variability in visual perception of a working space of a harvester's operator*

M. Landekić, M. Šporčić, I. Martinić, M. Šušnjar, Z. Pandur, M. Bačić: *Evaluation and Comparison of Forest Machinery Operators' Cardiovascular Workload*

E. Kastenholz, H. Habenicht, J. Kampe, K. Klöber, C. Kreil, J. Morat, S. Paritschkow, A. Teutenberg, F. Zahnreich, U. Seeling: *Fitting Health and Safety Measures to Needs and Conditions of Enterprises.*

U sesiji A4 pod naslovom *Mechanized systems and planning tools for forest fire prevention* moderator je bio Andrea Laschi, a održana se ova izlaganja:

G. Aminti, A. Cinotti, C. Lombardini, R. Spinelli, G. Picchi: *Industrial stress-test of a Magnetic resonance moisture meter for woody biomass in Mediterranean conditions*

M. Acuña, G. Murphy: *Fuel load reduction with mechanized harvesting equipment: productivity results from trials in Australia*

E. Tolosana, R. Laina: *Post-fire regenerated mixed stand thinning and biomass harvesting with a Fixteri feller-bundler in Spain: environmental, productivity and cost analysis*

R. Bados, E., Tolosana, L. S. Esteban: *Biomass collection from wildfire prevention treatment on Rockrose shrublands using a brushcutterbundler Biobaler WB55 in Soria (Spain)*

D. Vusić, Z. Benčik, T. Kos, Ž. Zečić: *Natural drying of Aleppo pine (Pinus halepensis Mill.) biomass.*

Nakon održanih predavanja sudionicima je pri-ređena pozdravna večera, tzv. *Welcome Dinner*, u re-storanu La Azotea de San Antonna, smještenom u središtu Madrida.

Drugoga dana savjetovanja održana su ostala predavanja u po četiri usporedne sesije u ovim terminima: 08:30–10:30, zatim 11:00–13:00 te posljednja sesija u terminu od 14:30 do 16:30 h.

Sesijom B1 pod naslovom *New developments in forest machinery* moderirao je Eduardo Tolosana, a u njoj su održana ova izlaganja:

J. B. Heppelmann, E. R. Labelle, U. Seeling, S. Wittkopf: *Debarking Heads, a potential solution to modern forestry challenges in Europe?*

J. Sandak, A. Sandak, G. Picchi: *Development of a sensorized timber processor head*

J. Schweier, F. Berendt, M. Fortin: *Timber hauling with a remote-controlled mini forestry crawler*

C. Geiger, M. Starke, D. Greff, M. Geimer: *The Potential of a Weight Detection System for Forwarders using an Artificial Neural Network*

D. Bergström: *Simulation and cost comparison of three innovative biomass harvesting systems for young dense thinning*

J. Routa, A. Asikainen, V.-M. Saarinen: *Productivity and cost-efficiency of mechanizing tending with Cutlink device in spruce seedling stands.*

U sesiji B2 pod naslovom *Planning forest operations: new tools for analysis and optimization* moderirala je bila Mika Yoshida, a u njoj su održana ova izlaganja:

J. Kemmerer, E. R. Labelle: *Harvester on-board computer data - How can we use it to improve the forest supply chain in Germany?*

M. Kopetzky, H.-U. Dietz, U. Seeling: *Digitising Communication from Harvesters to Sawmills in the German Forest and Wood Industry Sector*

K. Kärhä, M. Räsänen, T. Palander: *Evaluation of Optimal Cross-cutting Method for Butt-rotten Norway spruce Stands*

T. Nordfjell, J. Pettersson, O. Lindroos: *The effect of a stand's tree volume variation on harvester productivity*

J. Dvořák, P. Natov, M. Chytrý, M. Jankovský: *Analysis of unregistered timber volume in allowance in Cut-To-Length logging*

B. Blagojevik, R. Jonsson, R. Björheden, E.-M. Nordström, O. Lindroos: *Multi-criteria decision analysis (MCDA) in forest operations – at tutorial review.*

U sesiji B3 pod naslovom *Forest operations best practices: for a better environmental performance* moderirala je Teresa de la Fuente, a održana su ova izlaganja:

B. Talbot, R. Astrup: *Developments in post-harvest site assessments and their potential for improving operational and environmental performance*

A. Asikainen: *Promise of digitalization for forest operations and monitoring of disturbances*

D. Fjeld, Ø. Østby-Bertsen, B. Talbot: *The effects of an extra forwarder axle on wheel rut development* E. Cacot,

C. Boldrini, L. Saint Andre, N. Bilot, I. Bilger, C. Deleuze, G. Landmann: *Survey of harvesting practices for wood chips in France: synthesis and recommendations on harvesting practices to increase environmental performance*

E. Lee, Q. Li, S. Eu, Y.-E. Lee, S. Im: *Soil disturbance of a small-shovel logging system in South Korea.*

U sesiji B4 pod naslovom *Mechanized wildfire fighting and restoration in a global change era + Forest machines costing* moderator je bio Rubén Laina:

M. Smidt, D. Mitchell, D. Baker: *Use of large capacity site preparation machines for fire line establishment in the Southern US*

J. B. García-Ejido, A. Lara, R. Laina: *Factors affecting dozer production rate for constructing firelines in woodland fires extinction in Spain*

F. Rossi, G. Becker: *AUV-supported delineation of forest affected by mixed-severity fires: establishment of homogeneous management units with the tool Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*)*

A. Laschi, C. Foderi, F. Fabiano, F. Neri, M. Cambi, B. Mariotti, E. Marchi: *Forest Road Network in fire-prone environment: planning, construction and maintenance for an efficient role in fire fighting.*

Janine Schweier moderirala je sesijom C1 pod naslovom *Productivity study of innovative forest operations:*

E. Tolosana, R. Spinelli, G. Aminti, R. Laina, I. Lopez-Vicens: *Productivity, Efficiency and Environmental Effects of Whole-Tree Harvesting in Spanish Coppice Stands Using a Drive-to-Tree Disc Saw Feller-Buncher*

P. A. Tsioras, Z. Karaszewski, P. S. Mederski, M. Bemberek: *Implementation of medium-sized harvesters in coppice stands: Performance and potential environmental risks*

L. Breinig, E. Sycheva, E. R. Labelle: *Productivity of CTL harvesters in hardwood harvesting*

D. Vusić, M. Plantak, I. Papa, A. Đuka, T. Pentek, T. Poršinsky: *Analysing the efficiency of mechanised thinning in broadleaf stands*

H. Borchert, A. Winterling, F. Burger, K. Wiesinger: *The Profitability of Different Methods of Weed Control when Establishing Short Rotation Coppice in Organic Farming.*

U sesiji C2 naslovljenoj *Biomass supply chains: logistics and optimization* moderator je bio Mauricio Acuña, a u njoj su održana ova izlaganja:

Y. Wang, J. Wang, D. Hartley, J. Schuler: *Multiple biomass feedstock harvest and logistics in the Northeastern United States*

M. Yoshida: *Simulation of mobile wood chip production considering uncertainty inside a supply chain*

K. Karttunen, M. Laihanen, A. Karhunen, T. Ranta: *Supply potential and cost of forest biomass for the small and large-scale demand sites at the regional level in Finland*

S. Berg, D. Athanassiadis: *A New model for locating terminals optimally in reference to the resource base, terminal type and infrastructure*

R. Fernández-Lacruz, A. Eriksson, D. Bergström: *Direct versus via-terminal supply of forest residual biomasses: a simulationbased analysis*

L. Westerlund, D. Bergström, L. Fridh: *Calibration of a handheld capacitance-based moisture meter for use in forest fuel supply management.*

U sesiji C3 pod naslovom *Environmental effects of forest operations* moderirao je Antti Asikainen, a održana su ova izlaganja:

M. Cambi, B. Mariotti, E. Marra, E. Paoletti, Z. Feng, E. Marchi, Y. Hoshika: *Effect of soil compaction on tree growth: a meta-analysis*

K. J. Lemmer, E. R. Labelle: *Environmental impacts of forest harvesting operations along a gradient of mechanization*

T. Nordfjell, E. Marchi, W. Chung, R. Visser, D. Abbas, P. S. Mederski, A. McEwan, M. Brink, A. Laschi: *Sustainable Forest Operations (SFO): a new paradigm*

S. Mohtashami, L. Eliasson, E. Willén: *Effects of soil clay content on rut formation*

A. Stańczykiewicz, D. Kulak, K. Leszczyński, J. M. Sowa, G. Szewczyk: *Probability of damage to regeneration due to timber harvesting in thinned stands*

M. Martin A. Chanzy, L. Lassabatère, N. Pousse, P. Ruch, S. Ruy: *Assessment of forest soil hydraulic parameters by infiltration experiments to measure compaction intensity of harvesting trails.*

Sesija C4 održavala se pod naslovom *Biomass: potential evaluation, processes and technologies*, a nje je moderirao Kalle Kärhä. Održana su ova izlaganja:

O. Thees, M. Erni, R. Lemm, G. Stadelmann, E. Zenner: *Modeling the Realistically Sustainable Potential of Forest Wood Supplies for Energetic use*

I. Czupy, V. Papp, D. Szalay, B. Horváth, A. Vágvölgyi: *Forestry residues as potential base material of heat production*

R. Spinelli, N. Magagnotti: *Production of microchips as a surrogate of pellets: techniques and cost*

D. Bergstrom, F. di Fulvio: *Systematic review of efficiencies in comminuting of forest fuels*

T. de la Fuente, D. Bergström, S. González-García, S. H. Larsson: *Life cycle assessment of decentralized mobile production systems for pelletizing logging residues under Nordic conditions.*

Nakon pauze za ručak nastavljeno je s predavanjima u četirima usporednim sesijama.

U sesiji D1 *Facing mountainous stands challenges to forest operations* moderator je bio Karl Stampfer:

O. Mologni, P. Dyson, D. Amishev, R. Cavalli, S. Griolato: *Winch-assist forwarders operating in British Columbia: productivity and tension monitoring*

O. Mologni, A. R. Proto, G. Zimbalatti, K. Lyons, R. Cavalli: *Skyline tension monitoring of cable yarding systems in the Italian Alps*

T. Holzfeind, K. Stampfer, F. Holzleitner: *Productivity, Setup Time and Costs of a Winch Assisted Forwarder*

C. Munteanu, M. Yoshida, S. A. Borz: *Performance of gravitational cable yarding operations in steep-terrain group shelterwood silvicultural systems*

C. Knobloch, L. Bont: *A new method to compute mechanical properties of a cable road skyline.*

U sesiji D2 pod naslovom *Environmental effects of forest operations* moderirao je Tomas Nördjfel, a održana su ova izlaganja:

M. Ziesak, P. Dietsch, M. Günter, J.-J. Thormann, C. Condrau: *Improved planning for silviculture and forestry engineering in cable crane operations with drone technology – precision analysis and validation of the suitability*

M. Acuña: *Sensor Technology for Volumetric Measurements of Truckloads*

L. Bont, L. Ene, A. Hill: *Use of large inventory data sets and remote sensing data to analyze stand structure parameter relevant for wood harvesting and forest operations*

G. Erber: *First accuracy test of a novel mobile device based application for valueoptimized bucking in motor-manual harvesting operations*

D. Garcia-Castillo, J. L. Tomé, A. Fernández-Landa: *ForestMap: Quick and cost-effective integrated web platform for forest inventories.*

U sesiji D3 naslovljenoj *Global change, new challenges for forest operational planning* moderator je bio Raffaele Spinelli, a u njoj su održana ova izlaganja:

R. Spinelli, N. Magagnotti, J. Schweier, B. Wolfslehner, M. Lexer: *Sustainability Impact Assessment of alternative thinning operations in Mediterranean umbrella pine plantations*

R. Prinz, R. Spinelli, N. Magagnotti, J. Routa, A. Asikainen: *Manipulating work setting to reduce fuel consumption in CTL timber harvesting machines*

D. Fjeld, J. Bjerketvedt, M. Fønhus: *Modeling seasonal bearing capacity for production scheduling in Norway*

D. Lazdina, K. Makovskis, A. Lazdins: *Mounding and mechanized planting for forest regeneration in changing climate conditions*

M. Irdla, A. Padari, P. Muiste: *The impact of weather conditions on fuel consumption of comminution and transport of wood raw material in Estonian conditions – a case study*

D. Fjeld, P. Lunde: *Seasonality of wood supply operations in coastal Norway.*

Imre Czupy moderirao je sesijom D4 Biofuels storage: *quality and moisture*:

N. Hofmann, F. Schulmeyer, F. Burger, M. Riebler, H. Borchert: *Influence of moisture content on oxygen consumption of wood chips – determination of the storage-stable moisture content*

S. Lesche, T. Mendel, R. Mack, D. Kuptz, H. Hartmann: *Alternative preservation methods to minimize dry matter losses and to maintain fuel quality during wood chip storage*

D. Kuptz, K. Schreiber, F. Schulmeyer, T. Zeng, A. Pollex, V. Zelinski, M. Volgmann, H. Borchert, H. Hartmann: *Meeting fuel specifications of ENplus wood chips by screening and drying of forest residues*

T. Mendel, D. Kuptz, H. Hartmann: *Effect of screening on storage behaviour or wood chips*

L. Roca, *Final customer experience linked to supply experience. Gestamp Biomass' experience, recommendations and requests to the community*

L. Eliasson, H. von Hofsten, Ö. Grönlund: *The effects of coverage on logging residue moisture content after storage.*

Kao i prethodnih godina, dodijeljene se novčane nagrade za najbolju prezentaciju, drugu najbolju prezentaciju te najbolji poster. Četvrtoga, posljed-



Slika 2. a) Demonstracija gašenja šumskoga požara helikopterom; b) izvoženje celuloznoga drva forvarderom; c) pridobivane biomase za energiju biobalerom

Fig. 2. a) Demonstration of forest firefighting by a helicopter; b) Forwarder Transport of Pulpwood; c) Biobaler in energy biomass harvesting

njega dana savjetovanja za sudionike je organiziran terenski izlet koji je uključivao posjet vatrogasnoj jedinici, koja je demonstrirala gašenje šumskoga požara helikopterom, nakon čega je slijedio obilazak mješovite sastojine koja se prorjeđuje mehaniziranim načinom (sustav pridobivanja drva harvester – forvarder). Poslije stanke za ručak slijedio je dio terenskoga izleta na kojem je demonstrirana primjena biobalera u pridobivanju biomase za energiju. Završni dio izleta temeljio se na obilasku sastojina četinjača smještenih u gorskim predjelima Španjolske, gdje je također pokazana strojna proreda sastojine.

David Janeš

Međunarodno znanstveno savjetovanje »Šumsko inženjerstvo jugoistočne Europe – stanje i izazovi«, Bjelašnica – Igman, Bosna i Hercegovina, 13-15. rujna 2018.

Od 13. do 15. rujna 2018. u Bosni i Hercegovini na Bjelašnici i Igmanu održano je 5. međunarodno savjetovanje »Šumsko inženjerstvo jugoistočne Europe – stanje i izazovi« u organizaciji Šumarskoga fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Prvo takvo savje-



Slika 1. Sudionici međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja
Fig. 1 Participants of International Scientific Conference

tovanje održano je u travnju 2014. godine na Nastavno-pokusnom šumskom objektu Zalesina u organizaciji Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Bjelašnica je planina u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine, pripada dinarskomu planinskomu masivu. Susjedne su joj planine Igman sa sjeverne strane, koji se i naslanja na Bjelašnicu, te Treskavica i Visočica. Bjelašnica je pokrivena snijegom od studenoga do svibnja, a ponekad i u ljetnim mjesecima te u tome i leži njezino ime. Igman je planina u središnjoj Bosni i Hercegovini. To je jedna od vodećih turističkih atrakcija u okolici grada Sarajeva kao popularna destinacija za planinarenje i skijanje.

Savjetovanje je organizirano u Nastavnoj bazi »Čavle« na Igmanu te u hotelu »Bjelašnica«. Sudje-lovalo je preko četrdeset sudionika iz jugoistočne Europe, dok je sa Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bilo deset sudionika koji su izložili pet radova (slika 1). Ukupno je podneseno 18 znanstve-nih, stručnih i preglednih radova. Nastavno-poku-sni objekt »Čavle« jedan je od triju kojima upravlja Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, ostala dva su »Arboretum« na Slatini i »Alpinetum« na Trebeviću.

Teme radova na savjetovanju podijeljene su u se-dam glavnih kategorija:

- tehnike i tehnologije u iskorištavanju šuma
- šumska prometna infrastruktura
- mehanizacija u šumarstvu
- erozija i konzervacija zemljišta i voda
- korištenje šumske biomase
- šumski proizvodi
- ergonomija i sigurnost pri šumskom radu.

Izlaganja su bila u trima sesijama prva dva dana, dok je posljednji dan bio rezerviran za zaključke sa-vjetovanja i preporuke unaprijeđenja te fakultativni obilazak Bjelašnice.

Sesija 1

Poje, A., Potočnik, I., Mihelič, M.: Vpliv napeto-sti in nabrušenosti verige ter vrste električne žage na porabo energije in čas prežagovanja / *Influence of chain sharpness, tension adjustment and type of electric chainsaw on energy consumption and cross-cutting time*

Zečić, Ž., Benković, Z., Papa, I., Marenče, J., Vusić, D.: *Proizvodnost traktora Ecotrac 120 V pri pri-vlačenju drva u brdskom području središnje Hrvatske*

Ljubojević, D., Danilović, M., Marčeta, D., Petković, V.: *Optimization of skid network*

Nestorovski, Lj., Nacevski, M., Trajanov, Z., Iliev, B.: *Investigation of the density and volume reduction of the wood from some introduced species in Republic of Macedonia*

Sesija 2

Bajrić, M., Skopljak, F., Lojo, A., Musić, J., Sokolović, Dž.: *Indeks osjetljivosti terena kao faktor gospodarenja šumama u vodozaštitnim zonama*

Seletković, A., i dr.: *Ispitivanje vertikalne točnosti nacionalnoga fotogrametrijskoga digitalnoga modela reljefa u ravničnom šumskom području – primjer s područja lipovljanskih nizinskih šuma hrasta lužnjaka*

Bakarić, M., Martinić, I., Šporčić, M., Landekić, M.: *Stanje, uloga i priznavanje potpornih institucija u Republici Hrvatskoj namijenjenih privatnim šumoposjednicima*

Stojnić, D., Danilović, M., Vojvodić, P., Ćirović, V.: *Mogućnost primene laserskog daljinomera Laser Technology TruPulse 360b pri projektovanju šumskih puteva*

Mihelić, M.: *Productivity of log splitting with a vertical splitter and effects of wood characteristics onto productivity; A case study*

Poršinsky, T., Pentek, T., Papa, I., Vusić, D., Đuka, A.: *Debljina kore divlje trešnje pri preuzimanju drva*

Sarić, R., Danilović, M., Antonić, S., Vojvodić, P.: *Proizvodnja drvnih sortimenata u plantažama topole na teritoriji Javnog preduzeća »Vojvodinašume«*

Sesija 3

Vusić, D., Kajba, D., Andrić, I., Gavran, I., Tomić, T., Zečić, Ž.: *Biomass production of different poplar clones*

Marčeta, D., Petković, V.: *Procjena potencijala nedrvenih proizvoda šuma*

Danilović, M., Ćirović, V., Antonić, S., Stojnić, D.: *Efikasnost rada harvesteru u kulturama bora*

Šušnjar, M., Pandur, Z., Bačić, M.: *Vibracije motornih pila*

Babić, V., Vlahov, A., Nevečerel, H., Lepoglavec, K.: *Preciznost terenske izmjere suvremenim tehnologijama – na primjeru višenamjenske šumske staze*

Halilović, V., Musić, J., Bajrić, M., Sokolović, Dž., Knežević, J., Kupusović, A.: *Analiza potrošnje goriva u fazi sječe i izrade stabala hrasta kitnjaka u šumskom odjeljenju 203, G.J. »Gostović«, Š.G.P. »Krivajsko«*

Knežević, J., Gurda, S., Musić, J., Halilović, V., Sokolović, Dž., Bajrić, M.: *Oštećenja dubećih stabala prilikom privlačenja drveta animalom u mješovitim sastojinama jele i smrče*

U okviru triju sekcija nalazi se i pet znanstvenih članaka hrvatskih autora, čiji su sažeci ovdje prikazani na hrvatskom jeziku:

⇒ Šušnjar, M., Pandur, Z., Bačić, M.: *Vibracije motornih pila*

Sažetak: Rad prikazuje rezultate mjerenja vibracija na ručkama motornih pila s obzirom na godinu proizvodnje i tip motornih pila. Mjerenja su obuhvatila 55 motornih pila proizvođača Stihl, i to modele MS 260, MS 026, MS 440, MS 044, MS 650 i MS 660. Motorne su pile razvrstane u tri kategorije: prvu skupinu čine modeli MS 260 i MS 026 (13 motornih pila), drugu MS 440, MS 044 (24 motorne pile) i treću skupinu MS 650 i MS 660 (18 motornih pila). Motorne su pile imale prosječno pet godina.

Mjerenja su obavljena u skladu s preporukama norme HRN EN ISO 5349-2001 te sukladno preporukama međunarodne norme ISO 7505, a sve radi udovoljavanja zahtjevima koje postavlja *Zakon o zaštiti na radu po pitanju sredstava rada s posebnim opasnostima*, *Pravilnik o zaštiti od rizika izloženosti vibracijama na radu* (NN 155/2008) te *Directive 2002/44/EC*. Sva su mjerenja obavljena instrumentima koji udovoljavaju zahtjevima međunarodnih normi.

Rezultati pokazuju da se u prvoj skupini motornih pila MS 026 i MS 260 te u drugoj skupini MS 044 i MS 440 najveće vrijednosti vibracija pojavljuju najčešće na prednjoj ručki. Na motornim pilama treće skupine MS 066 i MS 660 većinom su najveće vrijednosti vibracija izmjerene na stražnjoj ručki. Pri tome se ne može utvrditi ovisnost razine vibracija u odnosu na starost motornih pila.

Na temelju izmjerenih vrijednosti vibracija na ručkama motornih pila te izračunatih srednjih vrijednosti vibracija izrađen je model procjene vrijednosti energetske ekvivalenta A(8).

Prema modelu ni jedna motorna pila iz prve skupine ne prelazi dopuštenu granicu od 5 m/s². Četiri motorne pile iz druge skupine prelaze dopuštene vrijednosti A8. U trećoj skupini motornih pila s najvećom snagom motora polovica motornih pila prelazi dopuštenu granicu.

⇒ Vusić, D., Kajba, D., Andrić, I., Gavran, I., Tomić, T., Zečić, Ž.: *Produkcija biomase različitih klonova topole*

Sažetak: Cilj je ovoga istraživanja odrediti prinos i svojstva biomase deset različitih klonova topola. Istraživanje je provedeno u proljeće 2014. godine na pokusnoj plohi osnovanoj na području Šumarije Darda Uprave šuma podružnice Osijek. Pokusna se ploha sastojala od triju ponavljanja po klonu s 40 biljaka po ponavljanju u razmaku sadnje 3×1 m.

U rano proljeće 2018. određena je stopa preživljavanja i izmjeren je prsni promjer preostalih stabala. Na temelju distribucije prsnoga promjera odabrano je jedno stablo uzorka prosječnoga prsnoga promjera po ponavljanju, čime je formiran uzorak od 30 stabala. Svako je stablo uzorka posječeno te mu je utvrđena masa u svježem stanju, promjer na korijenu vratu, prsni promjer i visina. Uzorci kolutova uzeti su od korijenova vrata naviše na svakih 1,30 m zaključno s minimalnim promjerom 3 cm s kore. Određeni su obujam i masa kolutova u svježem stanju. Kora je odvojena s kolutova i obavljene su gravimetrijske analize. Utvrđeni su tehnički maseni udjeli vode primjernih kolutova, maseni udio kore (na suhoj osnovi) i nominalna gustoća. Određene su ponderirane prosječne vrijednosti (na temelju mase uzoraka u svježem stanju) za pojedina stabla uzorka. Utvrđena ukupna nadzemna masa stabala uzorka preračunata je u količinu (standardno suhe) biomase na temelju prosječnih vrijednosti tehničkih masenih udjela vode.

Prosječna stopa preživljavanja istraživanih stabala iznosila je $74,54 \pm 13,85$ % u rasponu od 52,08 % (Koreana) do 91,67 % (SV885 i SV490). Prosječni prsni promjer stabala uzorka iznosio je $8,2 \pm 1,9$ cm, visina $9,3 \pm 1,8$ m, a promjer korijenova vrata $10,7 \pm 1,9$ cm. Tehnički maseni udio vode u svježem stanju (neposredno nakon sječe) kretao se od 51,6 % (Hybride 275) do 55,9 % (SV885). Maseni udio kore iznosio je u prosjeku 18,4 %, od 15,4 % (Baldo) do 21,1 % (V 609). Prosječna nominalna gustoća uzorkovanih stabala iznosila je $383,5 \pm 35,9$ kg/m³. Klon SV490 pokazao je najveću produkciju s $20,7 \pm 7,5$ kg biomase po stablu, dok je najniža produkcija zabilježena za klon Hybride 275 s $5,3 \pm 3,5$ kg biomase po stablu. U prosjeku deset istraživanih klonova (30 uzoraka stabala) proizvelo je $13,5 \pm 6,2$ kg biomase po stablu (u četiri vegetacijska razdoblja). Prinos biomase po stablu slijedio je porast prsnoga promjera, a prsnim je promjerom objašnjeno 93,72 % varijabilnosti prinosa biomase.

Medijana produkcije biomase, koja je iznosila 14 kg po stablu, izdvojila je tri istraživana klona, Max 4 ($15,5 \pm 5,3$ kg / stablo), Baldo ($16,1 \pm 2,5$ kg / stablo) i V 609 ($16,4 \pm 5,4$ kg / stablo) u treći kvartil, a Delrive ($19,9 \pm 5,3$ kg / stablo) i SV490 u četvrti.

Velika varijabilnost među klonovima naglašava važnost selekcijskoga rada kako bismo pronašli najprikladnije klonove s najvišim produktivnim potencijalom za određeno područje na kojem će se osnivati plantaže topola. Rezultati istraživanja izdvojili su klon SV885 koji je imao najveći potencijal produkcije biomase po stablu, kao i najviši potencijal prinosa biomase po hektaru (kada se primijene utvrđene stope preživljavanja).

⇒ Zečić, Ž., Benković, Z., Papa, I., Marenče, J., Vusić, D.: Proizvodnost traktora ECOTRAC 120 V pri privlačenju drva u brdskom području središnje Hrvatske

Sažetak: U radu su prikazani rezultati istraživanja proizvodnosti rada skidera Ecotrac 120V na privlačenju drva pludeblovnim metodom iz proredne i dovršne sječine.

Terensko je istraživanje provedeno studijem rada i vremena. Razlike između obujma tovara, brzine vožnji, izvlačenja užeta i privitavanja te razlike u utrošku vremena pojedinih zahvata u radu na sječini i radu na pomoćnom stovarištu istražene su t-testom. Za radne zahvate za koje je utvrđena signifikantna razlika između promatranih sječina u daljnjim su izračunima korištene individualne prosječne vrijednosti za pojedinu sječinu, dok su kod ostalih radnih zahvata izračunate nove, zajedničke prosječne vrijednosti. Utrošci vremena vožnji izračunati su na temelju prosječne brzine i odnosnih udaljenosti privlačenja.

Utvrđena je signifikantna razlika između obujma tovara iz proredne, odnosno dovršne sječine. Razlike u utrošku vremena najočitije su u skupini radnih zahvata na sječini, a nastaju kao posljedica različitih udaljenosti izvlačenja užeta i privitavanja tovara.

Projektirani je dnevni učinak u dovršnom sijeku prosječno 21 % veći nego u proredi uz prosječno 26 % niže jedinične troškove. Detaljnom analizom utrošaka vremena pojedinih radnih zahvata zaključeno je da na razliku u proizvodnosti i troškovima bitan utjecaj imaju sječna gustoća sastojine i prosječan obujam posječenoga stabla. Različite sječne gustoće utječu na različit utrošak vremena rada na sječini i posljedično na ostvarivi dnevni učinak. Na proizvodnost rada skidera uz sječnu gustoću još veći utjecaj ima prosječni obujam posječenoga stabla jer omogućuje formiranje tovara zadovoljavajućega obujma na kratkoj udaljenosti privitavanja vezivanjem manjega broja poludebala, često uz korištenje samo jednoga vitla s bubnjem.

Stoga možemo zaključiti da mogućnost postizanja najvećih učinaka u zadanim sastojinskim i eksploatacijskim uvjetima leži u optimalnom odnosu između veličine tovara i vremena utrošenoga pri radu na sječini koje je nužno za njegovo oblikovanje.

⇒ Poršinsky, T., Pentek, T., Papa, I., Vusić, D., Đuka, A.: Debljina kore divlje trešnje pri preuzimanju drva

Sažetak: Kora je vanjski omotač stabla koju čine vanjski i unutrašnji dio. Od svih značajki kore najveću pozornost zauzima njezina debljina, odnosno njezin udjel u obujmu stabla ili izrađene oblovine.

Pri preuzimanju izrađenih trupaca u hrvatskom se šumarstvu koriste dvoulazne tablice (vrsta drva i promjer obloga drva s korom) odbitaka dvostruke debljine kore koje nisu rezultat znanstvenih istraživanja.

Cilj je ovoga rada istražiti značajke kore divlje trešnje (*Prunus avium* L.) s obzirom na: 1) dvostruku debljinu u ovisnosti o promjeru izrađene oblovine, 2) udjel kore u ovisnosti o promjeru izrađene oblovine.

Istraživanja su značajki kore divlje trešnje pokazala:

- ovisnost dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva s korom izjednačena je regresijskom analizom, rastućom eksponencijalnom krivuljom oblika $y=ax^b$, koja promjerom obloga drva s korom objašnjava 62,7% varijabilnosti dvostruke debljine kore
- zaokruživanjem vrijednosti dvostruke debljine kore na pune niže centimetre oblikovani su odbici kore dobiveni istraživanjem, koji upućuju na to da postojeće u operativnoj primjeni tablice odbitaka kore precjenjuju dvostruku debljinu kore divlje trešnje u određenim rasponima promjera obloga drva
- analiza simulacija razlike obujma (vrijednosti) trupaca s obzirom na operativno odbijanje kore u hrvatskom šumarstvu te s obzirom na

dva načina odbijanja kore u postupku preuzimanja drva dobivena ovim istraživanjem (»na puni centimetar« i prema udjelu kore u obujmu) otkrila je moguće uštede u postupku preuzimanja drva

- odbijanjem kore prema njezinu udjelu u obujmu obloga drva uštede su veće i obuhvaćaju širi raspon s obzirom na debljinu trupaca u odnosu na odbitke kore »na puni centimetar«.

⇒ Bakarić, M., Martinić, I., Šporčić, M., Landekić, M.: Stanje, uloga i priznavanje potpornih institucija u Republici Hrvatskoj namijenjenih privatnim šumoposjednicima

Sažetak: U radu se daje pregled institucija koje su dostupne šumovlasnicima u Republici Hrvatskoj kao pomoć pri gospodarenju privatnim šumoposjedom. Prikazane su uloge i zadaće Ministarstva poljoprivrede, Hrvatske poljoprivredno-šumarske savjetodavne službe, Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije te Hrvatskoga saveza udruga privatnih šumovlasnika u sređivanju trenutnoga stanja i odnosa na privatnom šumoposjedu u Republici Hrvatskoj.

Navode se programi dostupni šumoposjednicima te institucije koje prihvaćaju šumoposjednici kao ključni korisnici njihovih usluga. Istraživanje priznavanja i korištenja institucionalnih usluga provedeno je anketnim upitnikom među šumovlasnicima koji su koristili usluge Hrvatske poljoprivredno-šumarske savjetodavne službe i Hrvatskoga saveza udruga privatnih šumovlasnika.

Smatra se kako je organizacija i izvršenje radova pod stručnim nadzorom na šumoposjedu jedini kvalitetan i siguran način izvođenja šumskih radova. Očekuje se da šumoposjednici ubuduće više iskorištavaju sve dostupne usluge potpornih institucija i da prepoznaju njihovo značenje u poboljšanju gospodarenja privatnim šumama u Republici Hrvatskoj.

Matija Bakarić

Donacija cjepača Laboratoriju za šumsku biomasu Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Na temelju dosadašnje suradnje u znanstvenom i stručnom području s tvrtkom Gomark d.o.o iz Slovenije (Čeplje 52, SI-3305 Vransko) obavljena je primopredaja vrijednoga dara – cjepača za potrebe laboratorijskih ispitivanja čvrstih biogoriva.

Slovenska je tvrtka darovala cjepač 29. lipnja 2017. godine, a sudonatori bile su tvrtke G.T.P Šošarić (Novaki Petrovinski 6a, HR, 10450 Jastrebarsko) i Tajfun Planina d.o.o (Planina pri Sevnici 41a, SL-3225 Planina pri Sevnici). Vrijednost donacije iznosi 500,20 EUR-a s PDV-om.



Slika 1. Cjepač ispred zgrade Šumarskoga fakulteta
Fig. 1 Log splitter in front of the building of Forestry Faculty

Cjepač tipa 7 EL 230/3KV + križna sjekira S.N. DK 1234 služiti će u prvom redu studentima na laboratorijskim vježbama u okviru kolegija Šumski proizvodi i Šumska biomasa za energiju.

Posebno zahvaljujemo predstavnicima tvrtki koji su bili nazočni na primopredaji cjepača.



Slika 2. Predstavnici tvrtki i Šumarskoga fakulteta u Laboratoriju za šumsku biomasu

Fig. 2 Representatives of companies and Forestry Faculty at the Laboratory for Forest Biomass

Dar je preuzeo voditelj Laboratorija za šumsku biomasu prof. dr. sc. Željko Zečić i zamjenik voditelja doc. dr. sc. Dinko Vusić uz nazočnost prodekanu doc. dr. sc. Stjepana Mikca te predstavnika darovatelja.

Željko Zečić

IN MEMORIAM

Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan

(Knin, 20. 5. 1942. – Zagreb, 9. 2. 2018.)

Profesor dr. sc. Ante P. B. Krpan preminuo je nakon duge i teške bolesti 9. veljače 2018. u 76-oj godini života.

Prof. dr. sc. Ante Paško Budimir Krpan osnovnu je i srednju školu završio u svom voljenom Kninu te je 1960. nastavio školovanje na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je diplomirao 1968. godine. Nakon toga slijedila je potraga za zaposlenjem te se 1969. godine zaposlio u Institutu za šumarska i lovna istraživanja u Zagrebu. U njemu je radio nešto više od dvije godine, a od 1. rujna 1972. počeo je raditi na Šumarskom fakultetu u Zagrebu kao asistent na Katedri za iskorištavanje šuma. Onda počinje njegova bogata znanstveno-nastavna karijera koja traje sve do 30. rujna 2007. kada prvi put odlazi u mirovinu.

Ubrzo, od 1. siječnja 2008. vratio se poslu, ali u Hrvatski šumarski institut u Jastrebarskom u svojstvu znanstvenoga savjetnika i predstojnika Zavoda za šumarsku tehniku i menadžment. Pritisnut ozbiljnom bolešću, oprostio se s aktivnim radom i drugi je put otišao u mirovinu 1. srpnja 2011. No, ni nakon toga nije prestao istraživati i objavljivati znanstvene radove.

Bogatstvo znanstveno-nastavne karijere profesora Ante Krpana te predanost ostalim dužnostima vidljiva je tijekom 35-godišnjega rada na Šumarskom fakultetu.

Na matičnom je fakultetu magistrirao 1984. godine s temom »Istraživanje upotrebljivosti traktora IMT-558 na privlačenju oblovine u uvjetima nizin-skih šuma šumarije Lipovljani«. Doktorirao je 1992. godine s temom »Analiza čimbenika daljinskog transporta drva kamionima«.

Za izvanrednoga profesora na kolegiju Iskorištavanje šuma izabran je 1993. godine, a za redovitoga 1998. godine. Od 2006. bio je redoviti profesor u trajnom zvanju. Godine 1990. preuzeo je dužnost pred-



stojnika Katedre za iskorištavanje šuma, a od 1995. vodio je i snažno razvijao u nastavnom i znanstvenoistraživačkom te kadrovskom smislu Zavod za iskorištavanje šuma, poslije, od 1. lipnja 2005. Zavod za šumarske tehnike i tehnologije. U tome je bio vizionar i čvrsti zagovornik biotehničke komponente u šumarstvu.

Dužnost tajnika Zavoda za istraživanja u šumarstvu Šumarskoga fakulteta obnašao je u jednom mandatu od 1990. do 1996. godine. Uz nastavne i znanstvenoistraživačke obveze trideset je godina djelovao na razvoju nastavno-pokusnih šumskih objekata Šumarskoga fakulteta kao član Izvršnoga odbora te kao zamjenik upravitelja na objektima Zalesina (1974–1975) i Velika (Duboka, 1976–1992). Bio je i upravitelj Nastavno-pokusnoga šumskoga

objekta Zalesina, koji je vodio i unapređivao tijekom 12 godina (1992–2004).

Nastavu je izvodio na dodiplomskom studiju Šumarskoga fakulteta. Na Šumarskom je odsjeku bio nositelj kolegija Iskorištavanje šuma, a na Drvnotehnološkom odsjeku Eksploatacija šuma. Bio je voditelj poslijediplomskoga znanstvenoga i poslijediplomskoga specijalističkoga studija Iskorištavanje šuma od 1993. do 2005. godine, gdje je bio nositelj više kolegija.

U okviru poslijediplomskoga znanstvenoga studija vodio je kolegije: Studij rada i vremena, Kalkulacije troškova i obračun ekonomičnosti, Racionalizacija i mehanizacija radova, Šumski proizvodi i Trgovina šumskim proizvodima.

Na poslijediplomskom specijalističkom studiju bio je nositelj kolegija: Rušenje stabala i izradba šumskih sortimenata, Proizvodi u iskorištavanju šuma i Transport drva s utovarom, istovarom i uskladištenjem.

Bio je od 2005. do 2007. godine voditelj i doktorskoga studija Šumarstvo – Tehnike, tehnologije i menadžment u šumarstvu. Svojim je zalaganjem dao značajan doprinos reformama obrazovnoga sustava i uvođenju novih studija, studijskih programa i predmeta na Šumarskom fakultetu u Zagrebu na kojima je bio voditelj i nositelj kolegija.

U novom, sadašnjem programu diplomskoga studija Šumarstvo, smjer Šumarske tehnike, tehnologije i menadžment bio je od 2000. godine, odnosno od 2005. kreator i nositelj više predmeta, kao što su Pridobivanje drva I, Pridobivanje drva II, Šumski proizvodi, Trgovina šumskim proizvodima, Šumarske tehnike i tehnologije, Šumska biomasa za energiju, Okolišno prihvatljive tehnologije te još nekoliko obaveznih i izbornih predmeta.

Bio je voditelj i mentor više od 30 diplomskih radova, 8 magistarskih radova i 3 doktorska rada te član više povjerenstava za njihovu ocjenu i obranu.

Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan ostvario je značajne rezultate na međunarodnom planu u organizaciji europskih znanstvenika i stručnjaka koji se bave šumarskom mehanizacijom (FORMEC), gdje je 1999. izabran za vicekoordinatora. Bio je član Svjetske udruge šumarskih organizacija (IUFRO) te dugogodišnji posebni suradnik njemačkoga Kuratorija za šumski rad i šumarsku tehniku (KWF) i suradnik FAO/ILO/ECE Joint Committee.

Tijekom dugogodišnjega rada bio je na preko tri-deset studijskih putovanja. U više je navrata puto-

vao u Njemačku, Italiju, Mađarsku, Rusiju, Bugarsku, Austriju, Grčku i Švicarsku, odakle se vraćao pun novih spoznaja i ideja na kojima je zasnivao svoju znanstveno-nastavnu i stručnu aktivnost te tako poticao razvoj šumarstva.

Održao je predavanja na Tehničkom sveučilištu u Dresdenu te na šumarskim fakultetima u Tharandtu, Brnu, Sopronu i Ljubljani.

Sudjelovao je na mnogim domaćim znanstvenim skupovima: savjetovanja sekcija za iskorištavanje šuma Zajednice šumarskih fakulteta i instituta, također u više navrata u Beogradu, Ljubljani, Sarajevu, Skoplju, Zagrebu i u mnogim gradovima diljem Republike Hrvatske, a bio je aktivan i na više međunarodnih europskih i svjetskih znanstvenih skupova u Ljubljani, Zagrebu, Beču, te u Švicarskoj, Mađarskoj i u Finskoj.

Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan ostavio nam je bogat opus samostalnih i koautorskih radova, više od 150 znanstvenih i stručnih te priloga u monografijama i knjigama. U posljednjih 15 godina svoju istraživačku aktivnost usmjeravao je u područje humanizacije rada, odnosno strojne sječe i izrade drva, s naglaskom na ekološke značajke pridobivanja drva. Posebnu je pažnju posvetio istraživanju potencijala šumske biomase za energijsku uporabu, a zadnji znanstveni radovi koje je objavio bili su o amorfi.

Počeci njegova znanstvenoistraživačkoga rada usmjereni su na pisanje znanstvenih studija i radova s tehničkim normama. Nekoliko ih je vrlo značajnih: Problem privlačenja drva iz prorednih sastojina (1987), Privlačenje tehničke oblovine pomoću forvardera uz različite uvjete rada (1987), Privlačenje tehničke oblovine tvrdih listača zglobnim traktorom LKT-80 u ravnici i prigorju (1987), Sječa, izrada i privlačenje drva u prorednim sastojinama u nizini uz primjenu grupnog, odnosno lančanog sistema rada (1988), Norme daljinskog transporta šumskih sortimenata kamionima i kamionima s prikolicom (s utovarom i istovarom) (1990), Norme vremena i učinci kod privlačenja drva traktorima (1990) i drugi.

Od svih radova svakako treba spomenuti najznačajnije znanstvene radove: Prilog klasifikaciji šumskih terena u svjetlu eksploatacije šuma u teškim uvjetima (1990), Daljinski transport drva u Hrvatskoj – faktori razvoja i stanje (1991), Fizičke štete na tlu pri privlačenju drva (1993), Iznošenje trupaca hrasta lužnjaka žičarom Steyr KSK 16 (1995), Istraživanje oštećenja trupaca hrasta kitnjaka i bukve ratnim djelovanjima (1996), Proizvodnost harvestera Timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora

(2002), Primjena skupnoga rada pri pridobivanju drva u prorednim sastojinama brdskoga područja (2006), Istraživanja bioprodukcijских i energetskih potencijala amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) (2014).

Prof. dr. sc. Ante Krpan bio je posebno zainteresiran za izdavanje znanstvenih šumarskih monografija u kojima je bio autor vrijednih radova: Iskorišćivanje šuma, u: Šume u Hrvatskoj (1992); Neka obilježja iskorištavanja hrvatskih jelovih šuma, u: *Obična jela u Hrvatskoj* (2001); Bukovi šumski proizvodi i tehnologije pridobivanja drva iz bukovih sastojina, u: *Obična bukva u Hrvatskoj* (2003); Razvojne i uporabne značajke kultura alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.), u: Šume hrvatskoga Sredozemlja (2011). A 2013. godine pri kraju svojih znanstvenih aktivnosti objavio je knjigu *Iz povijesti šumarstva*.

Radio je na više od 35 znanstvenoistraživačkih i razvojnih projekata kao koordinator, voditelj teme ili suradnik. Sudjelovao je aktivno na međunarodnom projektu FORNET, vezanom uz unapređenje obrazovnih procesa u šumarstvu. Vodio je nekoliko znanstvenih projekata: Promicanje proizvodnje u hrvatskom šumarstvu (1996–2002), Razvoj vrhunskih i ostalih tehnologija pridobivanja drva (2002–2005), Korištenje i upravljanje kapitalom u šumarstvu. Potprojekt 1. Iskorištavanje biomase (2001–2005), Biopotencijal i energetske značajke amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) (2008–2013.) i drugi.

U *Hrvatskoj enciklopediji* Leksikografskoga zavoda bio je urednik šumarskih članaka, bio je član Uredničkoga vijeća časopisa *Šumarski list*, *Drvna industrija* i *Radovi*, zatim član Međunarodnoga uredničkoga vijeća časopisa *Mehanizacija šumarstva* i časopisa *Croatian Journal of Forestry Engineering* te povremeni član uredništva časopisa *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, Ljubljana. Bio je glavni urednik zbornika savjetovanja *Kolokvij o bukvi* (1986) i član Uredništva monografije *Šume u Hrvatskoj* (1992).

Prof. dr. sc. Ante Krpan bio je redoviti član Akademije šumarskih znanosti, član Hrvatskoga šu-

marskoga društva, Hrvatskoga ekološkoga društva, Hrvatskoga lovačkoga saveza i većega broja udruga te predsjednik Tehničkoga odbora za drvo u Hrvatskom zavodu za norme.

Za svoj dugogodišnji rad u travnju 2011. nagrađen je medaljom časti Zapadnomađarskoga sveučilišta u Sopronu zbog uspješne suradnje sa Šumarskim fakultetom u Sopronu, a 2012. u Dubrovniku mu je dodijeljeno priznanje Honorary Membership u ime svjetske mreže FORMEC – Forest Engineering Network.

Osim navedenih radova, aktivnosti i dužnosti koje je profesor Ante Krpan ostvario tijekom četrdesetogodišnje karijere nužno je spomenuti njegovu aktivnost kao člana Hrvatskoga lovačkoga saveza, odnosno kao lovca. Svojim je stavom prema lovstvu i lovu bio primjer mnogim mladim lovcima jer je u mladosti, još kao student, učio o lovstvu od naših prethodnika. Lov mu je bila strast i izuzetno zadovoljstvo pa je usprkos neumoljivoj bolesti odlazio u lovišta dok ga snaga nije napustila.

Profesor Ante P. B. Krpan volio je umjetnost te se iz hobija bavio umjetničkom fotografijom. U tome je posebno uživao te je na nekoliko samostalnih izložbi izlagao svoje radove. Osim toga je tijekom posljednjih dvadesetak godina organizirao višednevne radionice likovnih umjetnika, posebno naših kolega šumara te se u raspravama i na izložbama isticao svojim umjetničkim talentom.

Tijekom Domovinskoga rata prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan bio je kao predsjednik Društva Kninjana u Zagrebu aktivno uključen pri zbrinjavanju izbjeglih stanovnika Knina te je ponosno nakon Oluje 1995. ušao u oslobođeni Knin.

Poštovani profesore, tvoji studenti, tvoje kolege, tvoji iskreni prijatelji i suradnici nikada te neće zaboraviti jer si ostavio neizbrisiv trag u njihovu radu i životu i na svom matičnom Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Bilo je dobro poznavati te i družiti se s tobom. Neka ti je laka hrvatska gruda.

Prof. dr. sc. Željko Zečić

Tvrtka Hittner – tvornica traktora, dijelova i poljoprivredne mehanizacije

Tvrtka Hittner ima tridesetogodišnju tradiciju, a trenutačno je najveći proizvođač šumskih traktora –skidera u Europi. Dosad je proizvedeno više od 550 traktora i oni se nalaze u većini zemalja Europske unije.

Dugi je niz godina tvrtka Hittner na popisu najboljih privatnih tvrtki u Republici Hrvatskoj te je kao dodatan bonus naporima u postizanju pozicije tržišnoga lidera i uzora po kvaliteti proizvoda već tri puta nagrađena »Zlatnom kunom« za iznimnu kvalitetu poslovanja te nagradom »Hrvatska gazela« za brze reakcije i adaptaciju tržišnim uvjetima, za naprednu poslovnu filozofiju, uporabu i primjenu novih znanja, tehnologija i za rast temeljen na inovacijama.

Kada se govori o kvaliteti proizvodnje, u skladu sa zahtjevima tržišta, tvrtka Hittner u traktore ugrađuje motore CAMINS, DEUTZ i LOMBARDINI te hidraulične pumpe SAUER DANFOSS i LINDE, što je najbolji dokaz ozbiljne usmjerenosti prema visokoj kvaliteti.

Što se tiče brige o kupcima i poslovnim partnerima, uspješan razvoj i primjena novih tehnologija u poslovanju rezultirali su dobivanjem međunarodnih certifikata kvalitete ISO 9001 i ISO 14001, što je proveo United Registrar of Systems iz Velike Britanije, te dobivanjem AAA europskoga Certifikata bonitetne izvrsnosti.

Bogat asortiman tvrtke Hittner čini šumski program zglobnih traktora skidera: 55V, 120V i 140V, mali šumski traktor Forester 40 KS te mali poljoprivredno-komunalni traktori ECO 40 KS i ECO 30 KS, proizvedeni po modelu »Tomo Vinković«. Nadalje, uz traktore, priključke i poljoprivrednu mehanizaciju kao što su: freza, prikolica, rotacijski malčer, strážnja i prednja kosilica, plug, kultivator, prskalica, raspršivači soli, lovac mraza, uređaj za omamljivanje stoke, vatrogasna nadogradnja za šumski traktor,

tvrtka Hittner u svom programu ima i profesionalne samohodne kosilice od 6 KS do 9,5 KS, opremljene visokokvalitetnim motorima Kohler.

Strojni park tvrtke Hittner uključuje modernu i najnapredniju tehnologiju na tržištu od renomiranih proizvođača kao što su: Okuma, Hüller, Hille, Colchester i mnogi drugi. Uz traktore i priključke tvrtka Hittner izrađuje i sve potrebne rezervne dijelove, a zahvaljujući visokotehnološkoj opremljenosti, može proizvesti, obraditi, doraditi i preraditi sve vrste zupčanika, lančanika, proizvode od gume i kovine (poput elastičnih podmetača), okvira motora, ispuha, blatobrana, okvira za kabinu, osovina, transmisija-mjenjača, spona, zglobova itd.

Uz proizvodnju gotovih proizvoda, elemenata i dijelova za vlastite potrebe tvrtka Hittner proizvodi iz usluge zupčanike, lančanike i osovine za tvrtku SAME DEUTZ-FAHR Žetelice d.o.o., koja svoju cijelu proizvodnju kombajna izvozi na međunarodno tržište.

Važno je istaknuti suradnju tvrtke Hittner sa znanstvenom zajednicom – Šumarskim fakultetom u Zagrebu i prof. dr. sc. Marijanom Šušnjarem. Fakultet je već dugi niz godina uključen u razvoj traktora tvrtke Hittner, čiji profesori kontinuirano provode znanstvena istraživanja traktora u radu na terenu u suradnji s državnim poduzećem – Hrvatskim šumama d.o.o., na čiju je inicijativu i započela proizvodnja šumskih zglobnih traktora – skidera u tvrtki Hittner prije dvadesetak godina.

Uz uprave Hrvatskih šuma d.o.o. skiderima se tvrtke Hittner koriste i uprave šuma Bosne i Hercegovine Srednjobosanske šume sa sjedištem u Donjem Vakufu i Sarajevo-šume sa sjedištem u Sarajevu.

Također, treba naglasiti da su na temelju dobivenih rezultata istraživanja profesori Šumarsko-

ga fakulteta dokazali da je hrvatski traktor tvrtke Hittner konkurentniji od traktora inozemnih proizvođača prilikom izračunavanja isplativosti pri nabavi stroja, u ovom slučaju izračunavanja učinkovitosti rada traktora na terenu i pod opterećenjem. Također, traktori su isplativiji i zato što tvrtka Hittner proizvodi rezervne dijelove te pruža brz servis, a po potrebi i obuku servisera svojih poslovnih partnera, koje svake godine nakon provedenoga seminara certificira.

U prilog kvaliteti i isplativosti proizvoda tvrtke Hittner govori i činjenica da se privatna poduzeća u Njemačkoj, Austriji, Mađarskoj, Poljskoj, Češkoj i Rumunjskoj koriste traktorima Hittner.

Obratite nam se s povjerenjem jer možemo više od ostalih!

S poštovanjem,
Stjepan Hittner, direktor



Slika 1. Skider Ecotrac 120V

Fig. 1 Skidder Ecotrac 120V

HITTNER d.o.o. Belovar
Pakračka ulica 10
43000 Bjeovar
Hrvatska
tel. +385 43 244 111
e-pošta: info@hittner.hr
web: www.hittner.hr

Mobilisis uz korisnika na svakom kilometru!

Fleet management

Specijalizirana rješenja za nadzor vozila/strojeva

Izveštaj s tahografa

Integracija sustava sa dodavanjem programskih modula za izmjenu podataka knjigovodstvenim sustavima (SAP, CRM...)

Car sharing modul

Automatsko plaćanje cestarine (Mađarska)

Modul za održavanje i administraciju voznog parka

Evidencija svih troškova nastalih po vozilu ili vozaču

Automatska izrada putnih/radnih naloga



Mobilisis sustav ima široku primjenu, a prvenstveno je namijenjen tvrtkama s flotom vozila. To je inteligentni sustav za upravljanje, optimizaciju, nadzor i administraciju voznog parka. Mobilisis sustav je informatička infrastruktura visoke tehnologije, u potpunosti je hrvatski proizvod te je internacionalno prepoznatljiv brand na području IT tehnologije i prijenosa podataka. Mobilisis proizvodi su pažljivo projektirane hardverske i softverske komponente koje omogućuju fleksibilnu primjenu u najzahtjevnijim poslovnim procesima. Mobilisis sustav namijenjeni je za daljinsku kontrolu, nadzor, praćenje vozila, kontrolu radnog vremena, kontrolu pristupa, nadzor objekata i daljinsko mjerenje. Mobilisis platforma je u osnovi predefiniрана, a zatim se dodatno prilagođava potrebama korisnika.

MOBILISIS®



www.mobilisis.hr
info@mobilisis.hr
+385 42 311 777





Suma GM d.o.o. ovlaštenu **KOMATSU FOREST** zastupnik za
Hrvatsku, Sloveniju i Srbiju



www.sumagm.eu

KOMATSU | Forestry Quality



M-Tronic. Inovacija u Vašim rukama

Motorna pila STIHL MS 462 C-M serijski je opremljena s M-Tronic elektroničkim upravljanjem motorom. Mikroprocesorska kontrola svih faza pokretanja i rada uređaja koju obavlja ovaj revolucionarni sklop, omogućuje neusporedivo mirniji, štedljiviji i učinkovitiji rad motorne pile. Ovaj pouzdani stroj opremljen je također i s posebno učinkovitim antivibracijskim sustavom, HD2 pročistačem zraka, maticama vodilice integriranim u poklopac lančanika, zatvaračima spremnika koji se otvaraju bez alata, te mnogim drugim značajkama koje ovaj stroj čine pravim izborom profesionalaca.

Upoznajte se i s ostatkom našeg proizvodnog programa kod vašeg ovlaštenog STIHL trgovca!

STIHL MS 462 C-M



unikomercUVOZ

www.unikomerc-uvoz.hr

STIHL®