

UDK: 630*3

ISSN 1845-8815

NOVA

MEHANIZACIJA

ŠUMARSTVA

NOVA
MEHANIZACIJA



ŠUMARSTVA

Nova meh. šumar. • Godište (Volume) 31

2010



**HRVATSKE
ŠUME**

INTERNATIONAL YEAR
OF FORESTS • 2011

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

Izdavači (Publishers)

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

Izdavačko vijeće (Publishing Council)

Darko Beuk, Josip Margaletić, Milan Oršanić, Tibor Pentek, Darko Vuletić
(all from Croatia)

Uredničko vijeće (Editorial Board)

Igor Anić, Saša Bogdan, Juro Čavlović, Dubravko Horvat, Boris Hrašovec, Anamarija Jazbec, Ante P. B. Krpan, Josip Margaletić, Slavko Matic, Milan Oršanić, Renata Pernar, Dragutin Pičman, Željko Zečić (all from Croatia)

Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board)

Hafiz H. Acar (Turkey), Pierre A. Ackerman (South Africa), Staffan Berg (Sweden), Raffaele Cavalli (Italy), Woodam Chung (USA), Hans R. Heinemann (Switzerland), Boštjan Košir (Slovenia), Risto Lauhanen (Finland), Valéria Messingerová (Slovakia), Tadeusz Moskalik (Poland), Reinhardt Poush (Germany), Igor Potočnik (Slovenia), Reino E. Pulkki (Canada), Hideo Sakai (Japan), Janusz M. Sowa (Poland), Raffaele Spinelli (Italy), Karl Stampfer (Austria), Rien Visser (New Zealand)

Adresa uredništva (Editor's Office)

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

Glavni urednici (Editors-in-Chief)

Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky

Odgovorni urednik (Editor)

Željko Tomašić

Tehnički urednik (Technical Editor)

Marijan Šušnjar

Mladi urednik (Junior Editor)

Ivica Papa

Savjetnik uredništva (Editorial Advisor)

Stanislav Sever

Tehničko uredništvo (Technical Editorial Board)

Igor Stankić, Mario Šporčić, Hrvoje Nevečerel, Andreja Bosner

Jezični savjetnici (Linguistic Advisers)

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

Časopis referiraju sekundarni časopisi

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

Svi se objavljeni članci recenziraju

(All published papers have been reviewed)

Časopis izlazi jednom na godinu

(Single issues of journal are published annually)

Naklada (Circulation): 400

Priprema sloga (Prepress)

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

Tisak (Press)

»Denonac« d.o.o., Getaldićeva 10, Zagreb

Uređenje zaključeno (Preparation ended)

24. 12. 2010.

Sadržaj – Contents

Uvodnik – Editorial

Marijan Šušnjar

2011. – Međunarodna godina šuma
2011 – *International Year of Forests*

1

Izvorni znanstveni radovi – Original scientific papers

Marijan Šušnjar, Andreja Bosner, Tomislav Poršinsky

Vučne značajke skidera pri privlačenju drva niz nagib
Skidder Traction Performance in Downhill Timber Extraction

3

Mario Šporčić, Matija Landekić, Venci Vondra, Zvonimir Anić

Informacija o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu
Information on Organizational Culture in Croatian Forestry

15

Prethodna priopćenja – Preliminary notes

Igor Stankić, Saša Kovač, Tomislav Poršinsky

Značajke kore podravske crne joha
Bark Features of Black Alder from Podravina

27

Dinko Vusić, Nikola Rukavina

Utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvester
Influence of Black Pine Tree's Forkness on Harvester's Productivity

37

Pregledni članci – Subject reviews

Matija Landekić

Razvoj modela sigurnosne odgovornosti u privatnom šumarskom sektoru
Development of Safety Responsibility Model in Private Forestry Sector

45

Kruno Lepoglavec, Hrvoje Nevečerel, Ivica Papa

Programski paket za projektiranje javnih i šumskih prometnica »ROADPAC«
»ROADPAC« Software Package for Designing Public and Forest Roads

53

Marko Lovrić

Analički hijerarhijski i analitički mrežni proces u kontekstu održivoga gospodarenja šumama
Analytical Hierarchical Process and Analytical Network Process in the Context of Sustainable Forest Management

65

Dinko Vusić, Zdravko Pandur

Pregled europskih normi za drvo iverje
Overview of European Norms for Wood Chips

75

Fotografija na naslovnici (Cover photo)

Kombinirani prerez – 29. svjetsko prvenstvo šumarskih radnika – Zagreb, Hrvatska, 23. – 27. rujna 2010. (snimio: T. Poršinsky)
Bucking by Combined Cuts – 29th World Logging Championship – Zagreb, Croatia, September 23rd – 27th, 2010 (Photo: T. Poršinsky)

Uz prvoga izdavača časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske – Zagreb rješenjem kl. 402-1/93-03, ur. br. 533-02-93-2 od 30. travnja 1993. godine. Ubilježen je u popis javnih glasila pri Ministarstvu informiranja Republike Hrvatske pod brojem: kl. 104, ur. br. 323-021/92-84/98 od 6. srpnja 1992. godine, a rješenjem Ministarstva prosvjete, kulture i športa Republike Hrvatske: kl. 612-10/92-01-604, ur. br. 532-03-1/7-92-01 od 7. srpnja 1992. godine, časopis je oslobođen plaćanja osnovnoga i posebnoga poreza na promet.

Pretplata: 150 kn godišnje (tuzemno plaćanje)

Primatelj: 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

2011. – Međunarodna godina šuma

Poštovane čitateljice i čitatelji!

Zadovoljstvo nam je obavijestiti vas da je 2011. godina na poticaj Republike Hrvatske Rezolucijom Opće skupštine UN-a 61/193 iz 2006. godine proglašena Međunarodnom godinom šuma i da se održava pod temom »Šume za ljude i iskorjenjivanje siromaštva«.

Republika Hrvatska od samih je početaka aktivno uključena u rad Foruma za šume Ujedinjenih naroda. Forum za šume Ujedinjenih naroda (UNFF) međunarodna je organizacija koju čine sve države članice UN-a i specijalizirane agencije, a predstavlja krovnu međunarodnu organizaciju u šumarskoj struci koja određuje smjer razvoja šumarstva na globalnoj razini. Osnovna je zadaća Foruma za šume Ujedinjenih naroda uspostava globalnoga održivoga gospodarenja šumama te razvoja kriterija i pokazatelja održivoga gospodarenja šumama na nacionalnoj, regionalnoj i međunarodnoj razini. Redovita zasjedanja održavaju se u sjedištu UN-a svake dvije godine.

Radi pojačavanja napora koji će promovirati održivo gospodarenje šumama te njihov razvoj i očuvanje diljem svijeta, Republika Hrvatska svojom je inicijativom na 5. zasjedanju Foruma za šume Ujedinjenih naroda u svibnju 2005. godine pokrenula proceduru za proglašenje 2011. godine Međunarodnom godinom šuma, nastojeći tom gestom pokazati visoku razinu poštovanja prema šumskim ekosustavima i njihovu važnost za opstanak planeta. Motiv je Republike Hrvatske za predlaganje Međunarodne godine šuma bila želja da se preko Ujedinjenih naroda, a osobito preko njegova Foruma za šume, kao vodeće međunarodne organizacije u šumarstvu, pojača javna svijest i sudjelovanje javnosti na svim razinama te dijalog svih zemalja svijeta o važnosti šuma i potrebi održivoga gospodarenja njima kako bismo ih sačuvali za buduće generacije.

Tijekom svoga 6. zasjedanja, a slijedom inicijative koju je pokrenula Republika Hrvatska, u veljači 2006. godine Forum za šume Ujedinjenih naroda izglasao je prijedlog da se preko Ekonomsko-socijalnoga vijeća Ujedinjenih naroda predloži Općoj skupštini UN-a proglašenje 2011. Međunarodnom godinom šuma.

Rezolucijom Opće skupštine UN-a, broj 61/193 od 20. prosinca 2006. godine, 2011. godina proglašena je Međunarodnom godinom šuma.

Službeni početak obilježavanja Međunarodne godine šuma dogodio se na visokoj političkoj razini u sjedištu UN-a za vrijeme 9. zasjedanja Foruma za šume (2. i 3. veljače 2011). Program su zasjedanja činile tematske rasprave, medijske aktivnosti te mnogo-



brojna javna događanja. Potpredsjednik Vlade Republike Hrvatske i ministar regionalnoga razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva mr. sc. Božidar Pankreć, prvi govornik na zasjedanju, istaknuo je značenje Međunarodne godine šuma kao prilike za naglašavanje važnosti gospodarenja šumama za sadašnje i buduće generacije. Također je u sklopu 9. zasjedanja Foruma za šume predstavljena izložba »Šuma okom šumara«, s 50 fotografija koje pokazuju ljepote hrvatskih šuma.

Predstavljen je logo dizajniran posebno za Međunarodnu godinu šuma, koji promovira poruku »Šume za ljude«, upozoravajući na središnju ulogu ljudi u očuvanju i održivom razvoju šuma. Dizajn loga i elementi koji se nalaze u samom logu opisuju i predstavljaju mnoge vrijednosti šume i potrebu za

uočavanjem uloge šuma sa svih razina: šume pružaju sklonište ljudima i pridonose očuvanju biološke raznolikosti, šume su izvor hrane, lijekova i pitke vode, šume imaju ključnu ulogu u očuvanju i stabilnosti okoliša i klimatskih prilika. Sve te postavke, sagledane skupa, osnažuju poruku kako šume imaju veliko značenje za život i zdravlje ljudi, ali također jačaju svijest o izazovima s kojima se susreću mnoge šume i ljudi koji ovise o njima.

Opća skupština UN-a poziva sve države članice da tijekom 2011. godine na međunarodnoj i nacionalnoj razini sudjeluju i organiziraju događanja i aktivnosti kojima bi se obilježila Međunarodna godina šuma, a sve zajedno radi širenja svijesti i izobrazbe javnosti o dobrobiti koje šumski ekosustavi daju cijelom planetu i čovjekovu životu. Obilježavanjem se Međunarodne godine šuma želi upozoriti na problem uništavanja šuma i šumskoga zemljišta te promovirati važnost obnove i gospodarenja šumama po načelima održivoga razvoja. Pri tome se najveći naglasak treba dati održivom gospodarenju šumama kao temelju opstanka. Države članice također su pozvane da iskoriste ovu priliku kako bi predstavile nacionalne planove obilježavanja Međunarodne godine šuma.

Prepoznavanjem potrebe za promocijom održivoga razvoja šuma Opća skupština UN-a želi započeti stalan proces zagovaranja i poticanja veće svijesti o važnosti uloge šuma na svim razinama. Stoga će se u rujnu 2011. godine Međunarodna godina šuma obilježiti na 66-om zasjedanju Opće skupštine UN-a pod naslovom »Održivi razvoj«.

Forum za šume Ujedinjenih naroda već je dosad od država članica zaprimio prijedloge velikoga broja različitih aktivnosti kojima će se obilježiti Međunarodna godina šuma: organizacija znanstvenih skupova, organizacija filmskoga festivala pod nazivom »Šuma za ljude«, organizacija izložbi kojima će se skrenuti pažnja na probleme s kojima se susreću šume širom svijeta, izdavanje prigodnih poštanskih maraka, izrada informativnoga materijala, knjiga, brošura, kalendara, edukativnih materijala, letaka i postera. Kao dio svojih aktivnosti obilježavanja Međunarodne godine šuma mnoge su države članice navele međunarodnu razmjenu strategija za promicanje održivoga razvoja šume.

Također, tajništvo Foruma za šume UN-a usko surađuje s tajništvom Konvencije o biološkoj raznolikosti kako bi istražili i odredili područja sinergije između Međunarodne godine biološke raznolikosti 2010. i Međunarodne godine šuma 2011.

Službenu mrežnu stranicu (www.un.org/forests) osmislilo je i napravilo tajništvo Foruma za šume UN-a kako bi sve informacije vezane uz Međuna-

rodnu godinu šuma postale dostupnije što većemu broju ljudi.

Dok je samo obilježavanje Međunarodne godine šuma događaj na svjetskoj razini, velik broj aktivnosti održat će se na lokalnoj i regionalnoj razini.

Tijekom svih događanja vezanih uz obilježavanje Međunarodne godine šuma Republika Hrvatska i hrvatski šumari spremni su podijeliti svoja iskustva te dati primjere iz svoje duge prakse održivoga gospodarenja šumama.

Ministarstvo regionalnoga razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva, kao tijelo državne uprave nadležno za djelokrug šumarstva, glavni je koordinator pokretanja svih aktivnosti radi obilježavanja Međunarodne godine šuma u Republici Hrvatskoj na nacionalnoj i međunarodnoj sceni te je imenovalo radnu grupu za osmišljavanje, koordinaciju i provedbu svih aktivnosti u Republici Hrvatskoj. Članstvom u radnoj grupi zastupljene su sve relevantne institucije i tijela državne uprave iz područja šumarstva i zaštite prirode: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatski šumarski institut, Hrvatsko šumarsko društvo, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornoga uređenja i graditeljstva, Ministarstvo kulture, Hrvatska gospodarska komora. Također je osnovana i zasebna radna grupa za provedbu aktivnosti u svezi s obilježavanjem Međunarodne godine šuma u svjetskom okruženju.

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu povodom Međunarodne godine šuma planira provesti mnogobrojne aktivnosti pri čemu ističemo organizaciju znanstvenoga savjetovanja »Međunarodna godina šuma u svjetlu 60 godina organizirane suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke« s prikazom rezultata znanstvenoistraživačkih projekata Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu za naručitelja Hrvatske šume d.o.o. Zagreb u proteklom petogodišnjem znanstvenoistraživačkom razdoblju 2006–2010.

Međunarodna će se godina šuma obilježiti i u znanstvenim časopisima Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu: *Croatian Journal of Forest Engineering*, *Nova mehanizacija šumarstva*, *Glasnik za šumske pokuse i Drvna industrija*.

Daljnje će se aktivnosti ogledati u promociji Međunarodne godine šuma na međunarodnim i domaćim savjetovanjima i sastancima, u poticanju međunarodne suradnje u nastavnim i znanstvenoistraživačkim djelatnostima, promidžbi šumarske struke i znanosti u nacionalnim nastavno-obrazovnim i znanstvenim institucijama te u izradi promidžbenoga materijala.

M. Šušnjar

Vučne značajke skidera pri privlačenju drva niz nagib

Marijan Šušnjar, Andreja Bosner, Tomislav Poršinsky

Nacrtač – Abstract

Kretnost je vozila određena: 1) dimenzijskim značajkama, 2) sposobnošću svladavanja terenskih čimbenika pri kretanju, 3) vučnim značajkama, 4) okolišnom pogodnošću. Vučna se značajka vozila najčešće prikazuje krivuljom klizanja ($\kappa - \delta$) te ona ovisi o stanju podloge (nosivosti tla) i ukupnom djelovanju svih sila na vozilo. S obzirom na način prihvata tereta vučna je značajka skidera vrlo kompleksna. Cilj je ovoga rada istražiti: 1) vučnu značajku skidera – faktore bruto i neto vuče, 2) klizanje kotača te 3) korisnost kotača pri kretanju niz nagibe od 15 % i 30 %. Poznavanjem vučnih značajki skidera omogućilo bi se modeliranje njegove kretnosti pri privlačenju drva.

Pri kretanju skidera niz nagib uočene su negativne vrijednosti vučnih sila zato što skider vuče teret svojom masom te se i prijenos snage s motora na kotače vozila ne koristi za vuču tereta (drva) već radi stalnoga kočenja vozila motorom. Faktori bruto i neto vuče iz istoga su razloga negativnoga predznaka kao i klizanje kotača. Pri privlačenju drva niz nagib najvažnije je izbjegavanje blokiranja kotača, što dovodi do potpunoga proklizavanja vozila uz narušavanje upravljivosti, o čemu vozač mora stalno voditi računa.

Ključne riječi: skider, vučne značajke, krivulja klizanja, sila kočenja, privlačenje drva niz nagib

1. Uvod – Introduction

Skideri su specijalizirana šumska vozila koja služe za privlačenje drva po šumskim putovima i vlakama te šumskom bespuću. Mnogi parametri opisuju kretnost vozila, od kojih se mogu izdvojiti četiri najvažnija: 1) dimenzijske značajke, 2) sposobnost svladavanja terenskih čimbenika pri kretanju, 3) vučne značajke, 4) okolišna pogodnost.

Vučna značajka vozila ovisi o stanju podloge (nosivosti tla) i ukupnom djelovanju svih sila na vozilo. Nosivost je tla mehaničko svojstvo tla koja je uz posmičnu čvrstoću tla jedna od najvažnijih značajki uporabne kakvoće podloge. Nosivost tla ovisi o geološkoj podlozi tla, njegovoj pedogenezi, morfologiji, uvjetima vlaženja, kemijskim, fizičkim i mehaničkim svojstvima (Poršinsky 2005). U šumarstvu nosivost tla određuje najveći dopušteni dodirni tlak kotača vozila na tlo, a da ono ne bude oštećeno (Saarilahti 2002a). Vučna značajka vozila pokazuje ovisnost klizanja, vučne snage i stvarne brzine o vučnoj sili te će se, ovisno o stanju podloge, ostvariti i različita trakcija kotača sa šumskim tlom (Šušnjar 2005). Slika 1

prikazuje dinamičku raspodjelu opterećenja skidera pri privlačenju niz nagib.

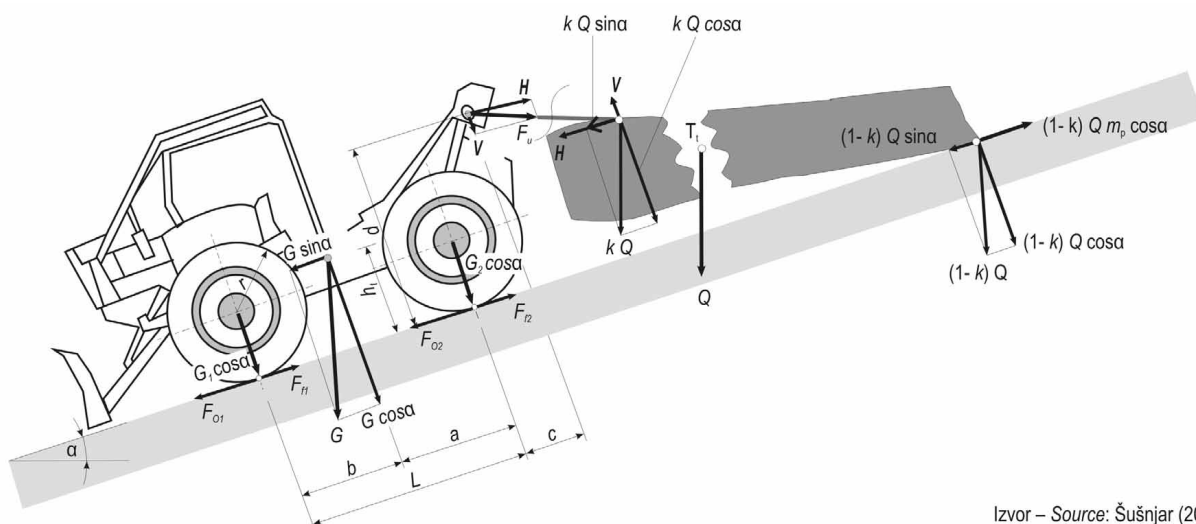
Značajan utjecaj na vučne značajke skidera ima i adhezijska težina vozila (izraz 1) koja predstavlja zbroj okomitih opterećenja na kotačima pri privlačenju drva (Tomašić i dr. 2007).

$$G_a = G \cdot \cos \alpha + V \quad (1)$$

gdje su:

G_a	adhezijska težina vozila
$G \cdot \cos \alpha$	okomita sastavnica težine vozila
V	okomita sastavnica sile u užetu
α	kut nagiba terena

Prilikom privlačenja drva po nagibu mijenja se raspodjela opterećenja po kotačima vozila. Adhezijska je težina veća od statičke težine vozila jer se stražnji most skidera dodatno opterećuje pod utjecajem tereta djelovanjem okomite sastavnice sile u užetu (V). Kretanjem uz nagib dodatno se opterećuje stražnji most skidera zbog djelovanja usporedne sastavnice težine skidera ($G \sin \alpha$) i zbog djelovanja usporedne sastavnice sile u užetu (H).



Izvor – Source: Šušnjar (2005)

Slika 1. Raspodjela sila pri privlačenju drva niz nagib**Fig. 1** Forces affecting downhill skidding

Pri kretanju vozila niz nagib opterećenje se skidera prenosi na prednji most (Šušnjar 2005). Vučne se značajke vozila opisuju preko faktora bruto (κ) i neto vuče (μ) te faktora otpora kotrljanja vozila (f). Faktor bruto vuče opisuje se kvocjentom obodne sile na kotaču i adhezijske težine vozila (izraz 2), faktor neto vuče kvocjentom vučne sile i adhezijske težine vozila (izraz 3), a faktor otpora kotrljanja kvocijentom otpora sile kotrljanja i adhezijske težine vozila (izraz 4). Faktor bruto vuče je zbroj vrijednosti faktora neto vuče i faktora otpora kotrljanja (izraz 5).

$$\kappa = \frac{F_o}{G_a} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{F_v}{G_a} \quad (3)$$

$$f = \frac{F_f}{G_a} \quad (4)$$

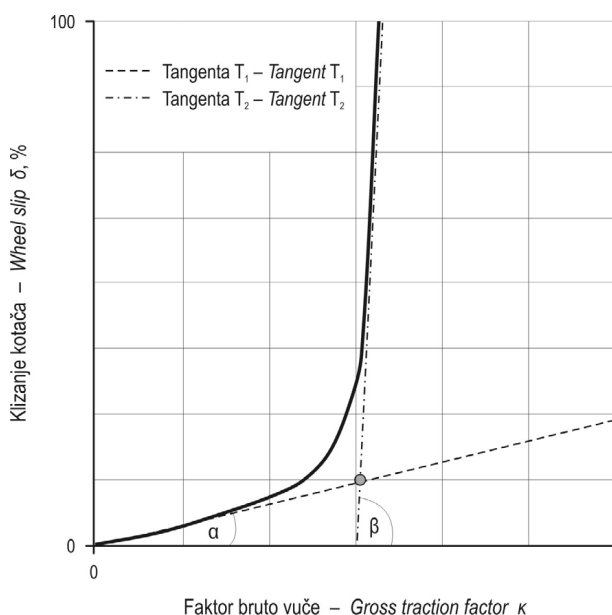
$$\kappa = \mu + f \quad (5)$$

gdje su:

- κ faktor bruto vuče
- F_o obodna sila na kotaču
- G_a adhezijska težina vozila
- μ faktor neto vuče
- F_v vučna sila
- f faktor otpora kotrljanja
- F_f otpor sile kotrljanja

Faktor neto vuče pokazuje koliko se adhezijska težina skidera pretvara u vučnu silu skidera (Sever 1980). Sever navodi da ne postoji vučna sila bez

određenoga klizanja kotača i da ne postoji pozitivno klizanje kotača bez postojanja vučne sile. Ostvarena vučna sila ovisi o adhezijskoj težini skidera i faktoru neto vuče pa je za ostvarivanje što veće vučne sile potrebna što veća adhezijska težina vozila odnosno što povoljnije značajke tla te oblika orebrenja gaznoga sloja (»dizajna«) guma. Povećanje se adhezijske težine skidera ostvaruje odizanjem debljega kraja tereta (oblovine) od tla, što povećava vrijednost okomite sastavnice sile u užetu (V) te smanjuje vrijednost usporedne sastavnice sile u užetu (H).

**Slika 2.** Krivulja klizanja kotača**Fig. 2** Wheel slip curve

Krivulja klizanja kotača (slika 2) pokazuje ovisnost klizanja i faktora bruto vuče. S povećanjem faktora bruto vuče raste i postotak klizanja kotača. Ako bi se krivulja klizanja ($\kappa - \delta$) pojednostavljeno zamijenila dvjema tangentama T_1 i T_2 , u njihovu se sjecištu zapaža prijelomna točka nakon koje slijedi nagli porast klizanja kotača s vrlo malim povećanjem faktora bruto vuče. Horvat (1993) navodi da nakon nekoga graničnoga postotka klizanja naglo pada efektivna energija na kotaču, ali se i više oštećuje tlo.

Zbog klizanja se smanjuje stvarna brzina kretanja vozila (izraz 6). Bojanin i dr. (1988) mjere brzinu kretanja neopterećenoga i opterećenoga skidera uz/niz nagib. Isti autori zaključuju da brzina kretanja opterećenoga skidera ovisi o nagibu sekundarnih šumskih prometnica te da se pri kretanju opterećenoga skidera niz nagib povećanjem nagiba smanjuje brzina kretanja skidera.

$$\delta = \frac{v_t - v_s}{v_t} = 1 - \frac{v_s}{v_t} \quad (6)$$

gdje su:

- δ klizanje
- v_s stvarna brzina kretanja vozila
- v_t teorijska brzina kretanja vozila

U općem smislu bilanca snage kotača kazuje da je obodna snaga (P_o) na kotaču pod utjecajem: 1) energijskoga gubitka snage zbog klizanja, 2) snage otpora kotrljanja, 3) ostvarene vučne snage, 4) snage otpora strujanja zraka i 5) snage svladavanja nagiba. Snaga se otpora strujanja zraka u slučaju kretanja skidera obično zanemaruje jer je njegova prosječna brzina pri privlačenju drva oko 1 – 1,5 m/s pa je i otpor strujanja zraka zanemariv.

Bilancu snage kotača pri kretanju vozila uz nagib prikazuje izraz 7, a niz nagib izraz 8.

$$P_o = P_f + P_v + P_\delta + P_n + P_z \quad (7)$$

$$P_o = P_f \pm P_v \pm P_\delta - P_n + P_z \quad (8)$$

gdje su:

- P_o obodna snaga na kotaču
- P_f snaga otpora kotrljanja
- P_v ostvarena vučna snaga
- P_δ energijski gubitak snage zbog klizanja
- P_n snaga svladavanja nagiba
- P_z snaga otpora strujanja zraka

Ukupna se korisnost kotača (η_k) izražava odnosom snage vuče i uložene snage na obodu kotača (izraz 9).

$$\eta_k = \frac{P_v}{P_o} = \frac{F_v \cdot v_s}{(F_v + F_f) \cdot v_t} = \frac{F_v}{F_v + F_f} \cdot \frac{v_s}{v_t} = \eta_f \cdot \eta_\delta \quad (9)$$

gdje su:

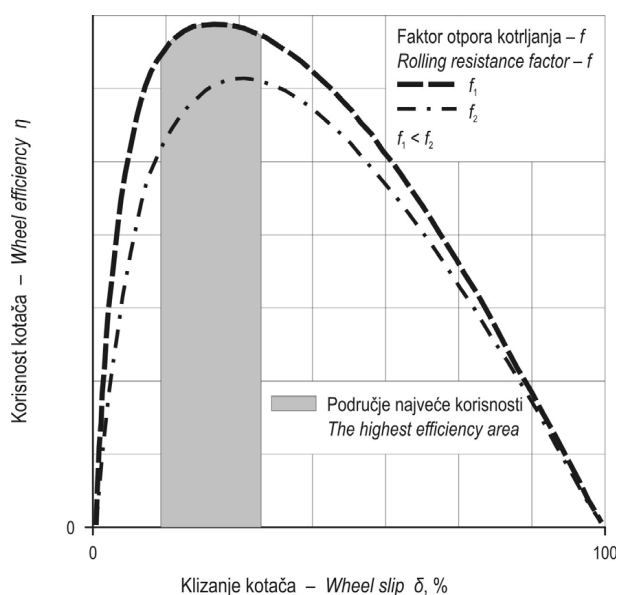
- η_k korisnost kotača
- η_f korisnost kotrljanja
- η_δ korisnost klizanja

Navedena se vučna korisnost odnosi samo na prijenos parametara vučne značajke s kotača na tlo, a da bi se dobila ukupna korisnost skidera, treba dodati gubitke u prijenosu od pogonskoga motora do kotača i gubitke u motoru. Na slici 3 prikazana je ovisnost vučne korisnosti kotača o klizanju i faktoru otpora kotrljanja. Tijek ovisnosti pokazuje da je kod malih vrijednosti klizanja kotača i korisnost mala. Najveća se korisnost (pri privlačenju drva) postiže kod veličine klizanja od oko 20 % s tim da veličina klizanja ovisi o značajkama tla i »dizajnu« guma. Kod tala s malom nosivošću dolazi do većega klizanja kotača (i nastanka dubljih kolotruga) te faktor otpora kotrljanja raste.

Cilj je ovoga rada istražiti: 1) vučnu značajku skidera – faktore bruto i neto vuče, 2) klizanje kotača te 3) korisnost kotača pri kretanju niz nagibe od 15 % i 30 %.

Inoue i Tsuji (2003) navode pogodnost privlačenja drva skiderom <30 % uz nagib te <45 % niz nagib terena. Za područje kretnosti kotačnih šumskih vozila, bez obzira na njihovu namjenu, Kühmaier i Stampfer (2010) navode nagib terena <30 % (bez obzira na smjer kretanja) te da je navedeno ograničenje prosječna vrijednost koja ovisi o površinskim preprekama te uvjetima nosivosti podloge.

Poznavanje vučnih značajki vozila omogućuje modeliranje kretnosti vozila koje rabimo u procesu



Slika 3. Ovisnost korisnosti o klizanju kotača i faktoru kotrljanja
Fig. 3 Dependence of efficiency on wheel slip and rolling resistance factor

pridobivanja drva. Eichrodt (2003) i Lubello (2008) na sličan su način izradili modele kretnosti šumskih vozila povežavši ovisnost nagiba terena, smjera kretanja vozila te nosivosti tla (konusnoga indeksa) te prikazali područje primjene nekih vrsta vozila za privlačenje drva ovisno o smjeru privlačenja drva (uz/niz nagib), nagibu terena i uvjetima nosivosti tla.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

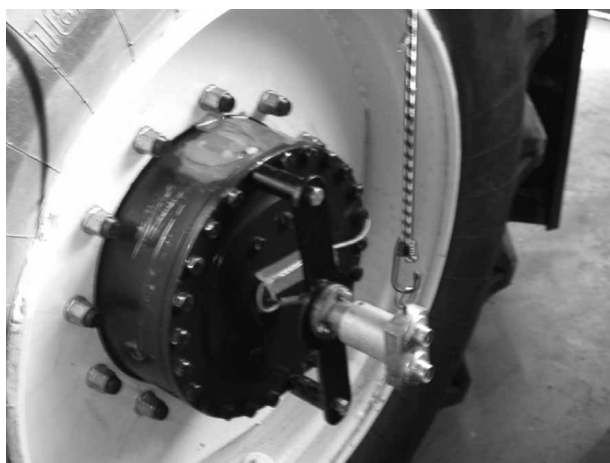
Istraživanje vučnih značajki skidera ECOTRAC 120V pri privlačenju drva niz nagib provedeno je u odsjeku 11a, u GJ Dotrščina kojom gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Teren je odjela 11a (6,14 ha) brežuljkast i ispresijecan jarcima, nagiba 15–30 %. U istraživanom se odjelu razvilo smeđe kiselo tlo na škriljcima i pješčenjacima, koje po granulometrijskom sastavu pripada ilovači, a tijekom istraživanja trenutačna se vlaga kretala u rasponu od 34 do 38 vol. %. Nosivost je tla izmjerena digitalnim penetrometrom Eijkelkamp, pri čemu je korišten konus s površinom presjeka 2 cm² i vršnim kutom od 30°, koji se utiskivao u tlo brzinom od 1 cm/s. Konusni je indeks tla iznosio 1,17 MPa.

Skider ECOTRACK 120 V je četverokotačno vozilo (pogona 4 × 4) opremljeno dvobubanjnim šumskim vitlom Hittner 2 × 80, nazivne vučne sile od 80 kN. Vozilo je mase 7 257 kg, od čega je 59 % mase raspoređeno na prednjoj osovini vozila, a 41 % mase na stražnjoj osovini vozila. Skider je pogonjen šestocilindričnim dizelskim motorom DEUTZ, nazivne snage 84 kW pri 2300 min⁻¹ te najvećega zakretnoga momenta od 400 Nm pri 1500 min⁻¹. Dimenzije su guma, proizvođača Rumaguma, 16,9 – 30, broj vlakana 14 PR te je izmjeren tlak u gumama iznosio 2,5 bara.

Za određivanje vučne značajke skidera ECOTRACK 120 V izmjerene su veličine koje se mogu svrstati u 3 osnovne grupe: 1) mjerenje sila, 2) mjerenje zakretnih momenata, 3) mjerenje pomaka.

Za mjerenja okomitih dinamičkih opterećenja na kotačima korištene su mjerne trake postavljene u Wheatestoneov¹ polumost pri čemu su dvije mjerne trake postavljene pod kutom od 90° međusobno i s obzirom na uzdužnu i poprečnu os kućišta vratila. Pri mjerenju zakretnih momenata trake su postavljene na obodu kućišta završnih planetarnih reduktora (slika 4).

Za određivanje usporedne i okomite sastavnice sile u užetu korišteni su vlačno-tlačni dinamometri HBM 50 kN i HBM 20 kN postavljeni točno u okomi-



Slika 4. Planetarni reduktor
Fig.4 Planetary reductor



Slika 5. Skider s postavljenom mjernom opremom
Fig. 5 Skidder with measuring equipment

toj i usporednoj ravnini s obzirom na podlogu pri potpuno podignutoj zadnjoj prihvatno-zaštitnoj dasci skidera. Mjeren je broj okretaja kotača skidera, a pomoću postavljenoga petoga kotača izmjeren je stvarno prevaljeni put. Usporedbom izmjenjenoga puta petoga i teorijski prijedjenoga puta pogonskih kotača skidera, s vremenskom bazom u pojačalu, odredila se brzina kretanja skidera i klizanje kotača. Prilagođenim prijenosnim vagama TELUB mjerena je vlastita masa skidera, opterećenje po mostovima te masa drvnih sortimenata. Uza svu mjernu opremu korištena su i pojačala (HBM Spider 8), radijski modem (ELPRO 805U) te osobno računalo s programskim paketom Catman 4.0. Postavljanjem mjerne opreme na vozilo (slika 5) masa se skidera povećala za

¹ Wheatestoneov most – četiri mjerne trake međusobno postavljene pod kutom od 90° i povezane u mjerni krug.

194 kg u odnosu na osnovnu masu te su veće dodatno opterećenje pretrpjeli stražnji kotači (113 kg) zbog samoga postavljanja vlačno-tlačnih dinamometara na stražnjem kraju vozila za mjerenja usporedne i okomite sastavnice sile u užetu.

3. Rezultati – Results

Određivanjem vučne značajke skidera utvrđuju se tehničke veličine i parametri radi raščlambе njihove međusobne ovisnosti, određuje se prikladnost vozila ovisno o terenskim uvjetima, metodi izradbe drva (ovisno o duljini vučenoga tereta), ali posredno i proizvodnost vozila u sustavu pridobivanja drva.

Kao što je prije spomenuto, velik utjecaj na vučnu značajku skidera ima adhezijska težina vozila koja predstavlja zbroj okomitih opterećenja na kotačima skidera. Adhezijska težina (izraz 1) pod neposrednim je utjecajem načina prihvata tereta, gdje je jedan kraj tereta (obloga drva) vezan i skopčan za vučno uže vitla te je odignut od tla pa se i dio težine tereta prenosi na stražnji most skidera. Zbog odmaka hvatišta užeta od simetrale stražnjega mosta dolazi do dodatne preraspodjele mase među mostovima skidera. Sila koja služi za nošenje tereta naziva se okomita sastavnica sile užeta (V), dok je sila koja svladava otpor vuče tereta oslonjenoga na tlo usporedna sastavnica sile užeta (H). One se međusobno nalaze pod pravim kutom u usporednoj i okomitoj ravnini s obzirom na podlogu.

U tablici 1 prikazane su izmjerene adhezijske težine prednjega i stražnjega mosta skidera (s mjerom opremom) u vučnim pokusima niz nagib radi

Tablica 1. Adhezijska težina

Table 1 Adhesive weight

Nagib Slope	Težina tereta Load weight	Adhezijska težina - <i>Adhesive weight</i>		
		Prednji most Front axle	Stražnji most Rear axle	Ukupno Total
	Q	G _a		
%	kN			
0	0	49,329	23,760	73,089
15	24,711	36,688	47,955	84,643
	37,945	36,504	58,566	95,070
	37,945	32,456	67,365	99,821
	29,155	37,280	49,218	86,498
30	0	56,133	16,970	73,104
	24,711	46,583	34,966	81,549
	37,945	44,319	39,343	83,662
	47,059	44,963	42,117	87,080
	15,961	47,942	32,732	80,674
	25,182	45,124	36,249	81,373
	29,155	44,815	37,548	82,363

analize utjecaja težine tereta i nagiba terena na raspodjelu opterećenja po mostovima skidera. Rezultati mjerenja pokazuju da porastom težine tereta (Q) raste opterećenje stražnje osovine skidera, odnosno porastom pada nagiba terena (privlačenje drva niz nagib) opterećenje sa stražnje premješta se na prednju osovinu vozila.

U tablici 2 prikazane su vrijednosti izmjerene sile u užetu, pomoću koje se mogu izračunati faktor

Tablica 2. Sile u užetu

Table 2 Rope forces

Nagib Slope	Težina tereta Load weight	Sile u užetu – Rope forces			Faktor raspodjele mase tereta Load mass distribution factor	Faktor privlačenja Skidding factor
		Okomita Vertical	Usporedna Horizontal	Rezultanta Resultant		
	Q	V	H	F_u	k	μ_p
%	kN					
15	24,711	13,738	3,440	14,163	0,56	0,66
	37,945	19,350	3,905	19,740	0,52	0,52
	37,945	21,598	4,136	21,990	0,58	0,61
	29,155	13,404	3,792	13,930	0,46	0,53
30	24,711	9,421	1,118	9,660	0,40	0,58
	37,945	13,490	2,379	13,698	0,37	0,58
	47,059	14,176	-0,247	14,178	0,31	0,43
	15,961	8,746	0,305	8,571	0,57	0,75
	25,182	10,908	1,533	11,015	0,45	0,66
	29,155	11,942	2,538	12,208	0,43	0,68

raspodjele mase tereta (izraz 10) i faktor privlačenja (izraz 11).

$$k = \frac{V}{Q \cdot \cos \alpha} \quad (10)$$

$$\mu_p = \frac{H + Q \cdot \sin \alpha}{Q \cdot (1 - k) \cdot \cos \alpha} \quad (11)$$

gdje su:

k faktor raspodjele mase tereta

μ_p faktor privlačenja

Faktor raspodjele mase tereta pokazuje kolika je masa tereta odignuta od tla, odnosno ovješena na užu, a kolika se vuče po tlu. Ako faktor raspodjele mase tereta iznosi 0,5, to znači da je jednak dio mase odignut od tla i istodobno oslonjen na tlo, odnosno da teret ima oblik geometrijskoga tijela valjka. Dosadašnja su istraživanja (Hassan i Gustafson 1983, Horvat 1987) pokazala da faktor raspodjele mase tereta ne ovisi samo o dimenzijama tereta već i o visini hvatišta sile u užetu kojim je teret pričvršćen za skider. Pri privlačenju drva, kako po šumskom bespuću, tako i po sekundarnim šumskim prometnicama, nastoji se što veći dio tereta (vučene oblovine) odignuti od tla kako bi se povećala adhezijska težina vozila, smanjila oštećenja na tlu, ali i smanjila vučna sila (F_v) potrebna za svladavanje otpora privlačenja.

Faktor privlačenja ovisi o masi tereta, obliku tereta, dodirnoj površini tereta s tlom i neravninama tla (Šušnjarić 2005). Horvat i dr. (2005) dokazuju da su otpori privlačenja manji (kao i oštećenja tla) kada je tanji kraj oblovine okrenut prema skideru.

Prilikom privlačenja drva uzbrdo vozilo, među ostalim, svladava nagib terena i otpor vuče koji nastaje

je na mjestu gdje teret dodiruje tlo. Pri kretanjima niz nagib usporedna sastavnica težine skidera ($G \sin \alpha$) djeluje u smjeru kretanja vozila, dok usporedna sastavnica sile u užetu (H) djeluje u suprotnom smjeru.

Ako se usporedna sastavnica sile u užetu izjednači s nulom ($H = 0$), tj. trenutak kada su težina tereta ($Q \sin \alpha$) i otpor vuče u ravnoteži, kut nagiba α je, prema slici 1, funkcija faktora raspodjele mase tereta (k) i faktora privlačenja (μ_p). To je »prijelomna točka« u privlačenju drva skiderom, tj. onaj nagib kada teret počne gurati vozilo niz nagib. Takav je slučaj vidljiv u tablici 2 kada je usporedna sastavnica sile u užetu bila negativna ($H = -0,247$ kN).

$$H = (1 - k) \cdot Q \cdot \mu_p \cdot \cos \alpha - Q \cdot \sin \alpha \quad (12)$$

$$\tan \alpha = (1 - k) \mu_p$$

$$\alpha = f(k, \mu_p)$$

Pri privlačenju drva niz nagib, u određenim uvjetima, javlja se i druga »prijelomna točka nagiba« kod koje vozilo više ne ostvaruje pozitivnu vučnu silu, već se javlja sila kočenja ($F_o = 0$). Kut nagiba α je tada pod utjecajem mnogih čimbenika kako je i prikazano u izrazu 13 (slika 1).

$$F_o + G \sin \alpha = G_a \cdot f + H$$

$$G \sin \alpha =$$

$$(G \cos \alpha + V)f - Q \sin \alpha + (1 - k) \cdot Q \cdot \mu_p \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{G \cdot f + Q \cdot k \cdot f + (1 - k) \cdot Q \cdot \mu_p}{G + Q} \quad (13)$$

$$\alpha = f(G, f, Q, k, \mu_p)$$

Tablica 3. Vučna sila

Table 3 Traction force

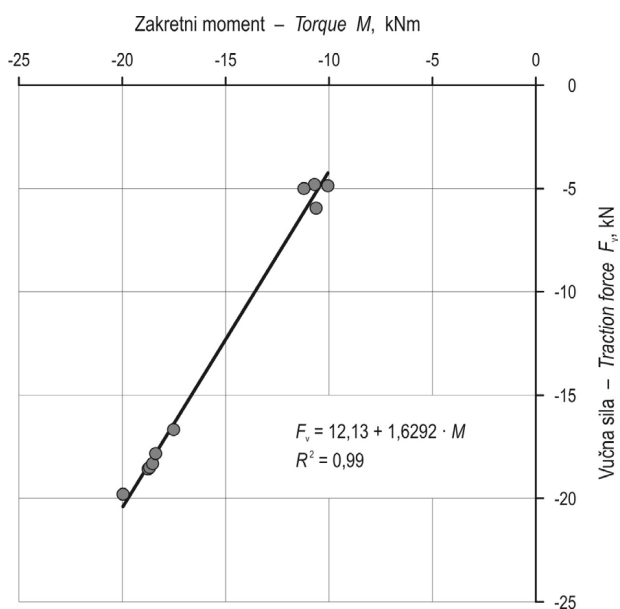
Nagib Slope	Težina tereta Load weight	Ukupni zakretni moment Total torque	Usporedna sastavnica - Horizontal component		Vučna sila Traction force
			sile u užetu of rope force	težine skidera of skidder weight	
	Q	M_{uk}	H	$G \sin \alpha$	F_v
%	kN	kNm	kN		
15	24,711	-10,628	3,440	10,843	-7,403
	37,945	-10,704	3,905		-6,938
	37,945	-11,213	4,136		-6,707
	29,155	-10,060	3,792		-7,051
30	24,711	-18,674	1,118	21,003	-19,886
	37,945	-18,389	2,379		-18,625
	47,059	-19,961	-0,247		-21,251
	15,961	-18,648	0,305		-20,698
	25,182	-18,532	1,533		-19,471
	29,155	-17,521	2,538		-18,465

U tablici 3 prikazani su izmjereni momenti te izračunate vrijednosti vučne sile za kretanje skidera niz nagibe od 15 % i 30 %. Težina praznoga skidera s mjernom opremom (G) iznosi 73,094 kN te je izmjerena na ravnoj podlozi. Vučom tereta niz nagib javljaju se negativni zakretni momenti i vučne sile. Porast težine tereta unutar istoga nagiba terena nije značajno utjecao na promjenu vrijednosti zakretnoga momenta, ali je zabilježen blagi pad vučne sile. Povećanjem nagiba terena (30 % u odnosu na 15 %) značajno se smanjuju vrijednosti zakretnoga momenta i vučne sile. Negativna vrijednost usporedne sastavnice sile u užetu ($-0,247$ kN) zabilježena je pri vuči najveće težine tereta (47,059 kN) niz nagib od 30 % zbog udaranja tereta u stražnju prihvatno-zaštitnu dasku skidera.

Marenče (2005) navodi da pri privlačenju drva skiderom niz nagib zakretni momenti ne služe za ostvarivanje vučne sile, već za kočenje vozila zbog djelovanja usporedne sastavnice težine skidera ($G \sin \alpha$) koja »gura« vozilo prema dolje.

Ovisnost vučne sile (F_v) o zakretnom momentu (M) prikazana je na slici 6 uz potpunu združenost podataka.

Na temelju izmjerenih momenata te određenoga dinamičkoga polumjera kotača izračunata je i obodna sila. Prije izračuna obodne sile treba spomenuti da je izračunata i sila otpora kotrljanja (F_f) putem faktora kotrljanja (f) prema izrazu 4. Faktor kotrljanja (f) izračunat je pri kretanju praznoga skidera pomoću izmjerene adhezijske težine vozila, radijusa kotača i zakretnoga momenta (M) na ravnoj podlozi



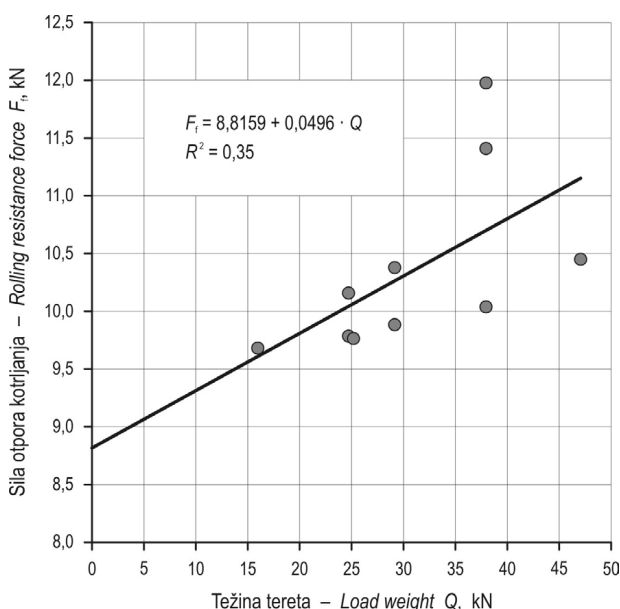
Slika 6. Krivulja kočenja

Fig. 6 Braking curve

Tablica 4. Faktor kotrljanja

Table 4 Rolling coefficient

Adhezijska težina Adhesive weight	Zakretni moment Torque	Radius kotača Wheel radius	Faktor otpora kotrljanja Rolling coefficient	Sila otpora kotrljanja Rolling resistance force
G_a	M	r	f	F_f
kN	kNm	m	-	kN
73,083	6,189	0,71	0,12	8,77
73,108	6,123		0,12	8,77
73,115	6,194		0,12	8,77
73,113	6,191		0,12	8,77



Slika 7. Odnos sile otpora kotrljanja o težini tereta

Fig. 7 Dependence of rolling resistance force on load weight

(tablica 4). Odnos sile otpora kotrljanja i težine tereta je prikazan na slici 7 (Šušnjar 2005).

Za izračun obodne sile putem odnosa zakretnoga momenta (M) i dinamičkoga polumjera kotača (r_d) korištena je srednja vrijednost svih izmjerenih vrijednosti dinamičkih polumjera kotača (0,66 m). Izračunate vrijednosti obodne sile prikazane su u tablici 5.

Faktori bruto (κ) i neto (μ) vuče su bezdimenzijske veličine koje služe za opis vučne značajke skidera. Brojni autori opisuju analitičke/poluempirijske izraze za faktore bruto i neto vuče te faktor otpora kotrljanja (Turnage 1972, Rowland 1972, Wismer i Luth 1973, Gee-Clough 1978, Brixius 1987, Ashmore i dr. 1987, Dwyer 1987, Maclaurin 1990, Vechinski i dr. 1993, Sharma i Pandley 1998, Suvinen 2002). Sa-

Tablica 5. Obodna sila**Table 5** Thrust force

Nagib Slope	Težina tereta Load weight	Zakretni moment Torque	Usporedna sastavnica težine skidera Horizontal component of skidder weight	Obodna sila Thrust force
	Q	M_{uk}	$G \sin \alpha$	F_o
%	kN	kNm	kN	kN
15	24,711	-10,628	10,843	-16,103
	37,945	-10,704		-16,218
	37,945	-11,213		-16,989
	29,155	-10,060		-15,242
30	24,711	-18,674	21,003	-28,294
	37,945	-18,389		-27,862
	47,059	-19,961		-30,245
	15,961	-18,648		-28,254
	25,182	-18,532		-28,079
	29,155	-17,521		-26,547

arilahti (2002b) navodi da su mjerenja vučnih značajki vozila na terenu dugotrajna i skupa te analizira čimbenike u brojnim računskim izrazima za faktor bruto vuče i faktor otpora kotrljanja i dolazi do ovih zaključaka:

- ⇒ porastom nosivosti tla smanjuje se faktor otpora kotrljanja, a faktor bruto vuče raste
- ⇒ porastom promjera i širine kotača smanjuje se faktor otpora kotrljanja, a faktor bruto vuče raste
- ⇒ porastom opterećenja i progiba gume raste faktor otpora kotrljanja, a faktor bruto vuče se smanjuje
- ⇒ porastom tlaka u gumama (do određene mjere i u određenim uvjetima tla) raste faktor otpora kotrljanja, a faktor bruto vuče se smanjuje.

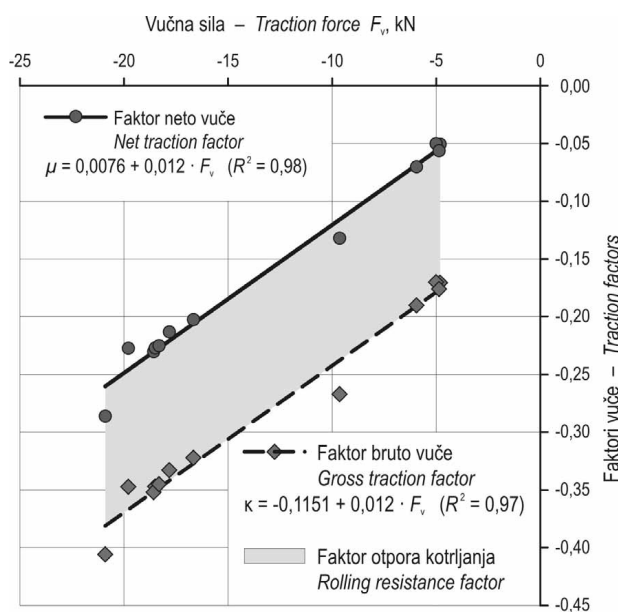
Zbog negativnih vrijednosti zakretnoga momenta obodne te vučne sile pri vuči drva skiderom niz nagib i vrijednosti faktora bruto i neto vuče su negativni (slika 8). Povećanjem nagiba terena pri privlačenju nizbrdo padaju faktori vuče s padom zakretnoga momenta.

Klizanje je kotača (δ) energijski gubitak koji ne ograničava vučnu, odnosno obodnu silu, već smanjuje brzinu kretanja vozila (Horvat 1993). Klizanje je kotača određeno na temelju broja okretaja kotača, dok je tzv. nulto klizanje određeno u vučnom pokusu kada se nije koristio sustav transmisije skidera,

već se skider vukao drugim vozilom. Broj okretaja kotača mjereno je na sva 4 kotača (PL, PD, SL, SD). Signal se promjene otpora traka s utičnice na rotoru prenosio preko prstena i grafitnih četkica na utičnice na kućištu kliznoga prijenosnika. Od četiriju kliznih prijenosnika prednji desni kotač (PD) i stražnji lijevi kotač (SL) imali su prsten podijeljen na 10 segmenata, dakle za jedan puni okret kotača bilježeno je 10 impulsa (tablica 6). Na prednjem lijevom kotaču (PL) i stražnjem desnom kotaču (SD) za jedan okret kotača bilježen je jedan impuls te su oni služili za kontrolu mjerenja PD i SL kotača skidera. Na osnovi broja okretaja petoga kotača i njegova opsega od 1,855 m izračunat je i ukupno prijeđen put.

Izražena je ovisnost klizanja i faktora bruto vuče (slika 9) preko krivulje klizanja kotača ($\kappa - \delta$). Pri kretanju skidera niz nagib će se s malim porastom faktora bruto vuče i klizanje kotača postupno povećavati sve do granične vrijednosti od $\kappa \approx -0,33$, nakon čega klizanje kotača naglo raste s vrlo malim povećanjem faktora bruto vuče. Pri kretanju skidera uz nagib, s porastom faktora bruto vuče do granične vrijednosti od $\kappa \approx 0,39$, i klizanje kotača postupno i sporo raste ($<10\%$). S faktorom bruto vuče većim od 0,41 klizanje kotača naglo raste s vrlo malim povećanjem faktora bruto vuče, pa krivulja poprima gotovo okomit oblik na os x. Pri kretanju nizbrdo došlo je do ranijega prijelomnoga povećanja klizanja nego pri kretanju uzbrdo.

Na slici 10 prikazana je ovisnost vučne sile (sile kočenja) i klizanja kotača. Pri silama do 20 kN klizanje kotača se povećava do vrijednosti od 10 %, nakon

**Slika 8.** Ovisnost faktora vuče o vučnoj sili**Fig. 8** Dependence of gross traction factor on traction force

Tablica 6. Broj okretaja i klizanje kotača**Table 6** Number of wheel rounds and wheel slip

Nagib Slope	Težina tereta Load weight	Broj okretaja kotača Number of wheel rounds		Prijeđeni put Travelled path	Broj okretaja kotača po metru Number of wheel rounds per meter		Klizanje Slip
	Q	PD - FR	SL - RL	s	PD - FR	SL - RL	δ
%	kN			m	okr/m		%
15	24,711	10,2	10,4	43,2	0,236	0,241	-1,8
	37,945	7,4	7,5	30,8	0,240	0,244	-0,3
	37,945	8,0	8,2	33,6	0,238	0,244	-0,6
	29,155	8,2	8,4	34,3	0,239	0,245	-0,3
30	24,711	7,2	6,9	30,61	0,235	0,225	-5,1
	37,945	6,8	6,2	27,64	0,246	0,224	-3,1
	47,059	6,4	6,3	26,90	0,238	0,234	-2,7
	15,961	6,2	6,3	28,01	0,221	0,225	-8,0
	25,182	6,3	6,4	28,01	0,225	0,228	-6,5
	29,155	6,4	6,6	28,20	0,227	0,234	-5,0

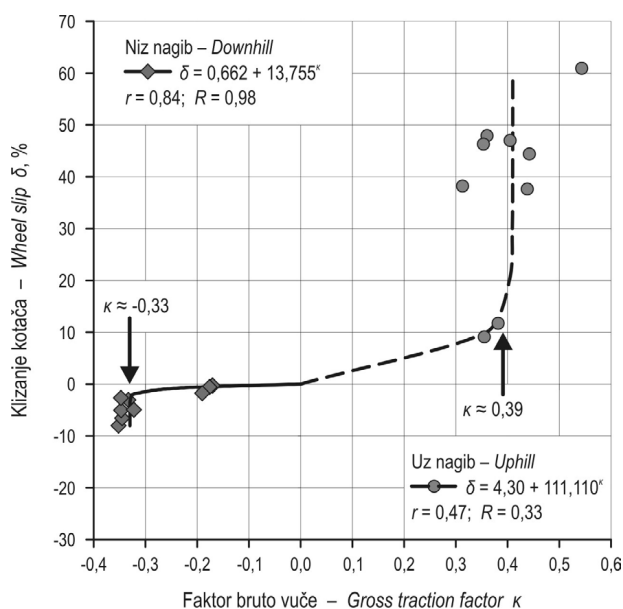
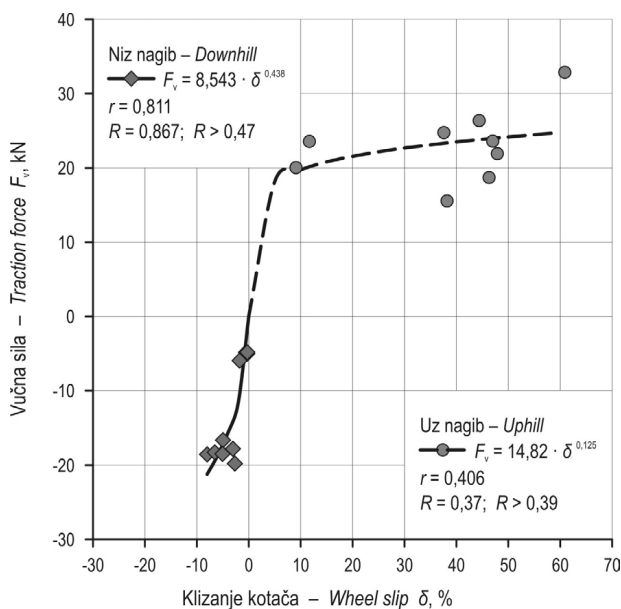
toga će se uz mali porast vučne (kočione) sile klizanje kotača naglo povećati sve do trenutka blokiranja kotača i potpunoga proklizavanja vozila.

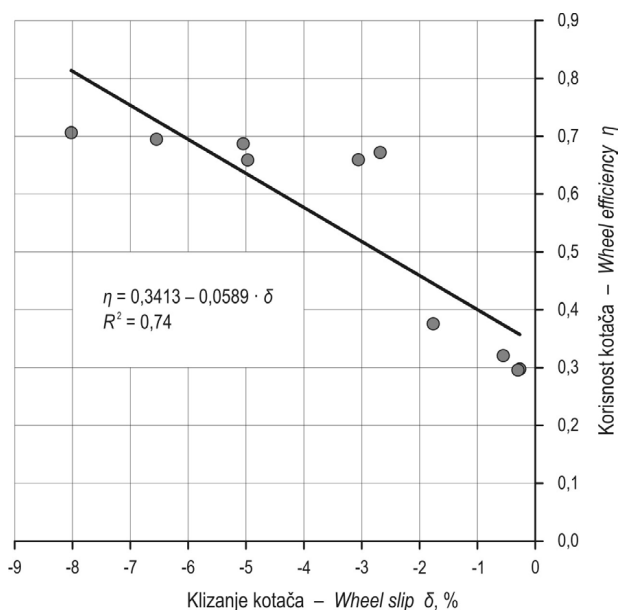
Korisnost kotača (η_k) izražava se odnosom vučne i obodne snage na kotaču. Pri klizanju kotača od 60 % korisnost kotača iznosi tek 0,3, dok pri klizanju kotača od 9 % korisnost kotača iznosi 0,6 (Šušnjar 2005). Pri kretanju vozila niz nagib najveća korisnost kotača od 0,7 postiže se pri najvećem zabilježenom klizanju od -8 % (slika 11). Razlog tomu je manjak pozitivne vučne sile i blokiranje kotača pri vožnji optereće-

noga skidera niz nagib. Tijek ovisnosti pokazuje da je kod malih vrijednosti klizanja kotača i korisnost mala (slika 3).

4. Zaključak – Conclusion

Pri kretanju vozila niz nagib ono je pod utjecajem usporedne sastavnice težine ($G \sin \alpha$), adhezijske težine stroja (G_a) te samoga nagiba pa dolazi do ostvarenja negativne vučne sile odnosno do javljanja sile kočenja.

**Slika 9.** Krivulja klizanja kotača**Fig. 9** Wheel slip curve**Slika 10.** Ovisnost vučne (kočione) sile i klizanja kotača**Fig. 10** Dependence of traction (braking) force and wheel slip



Slika 11. Ovisnost korisnosti kotača o klizanju

Fig. 11 Dependence of wheel efficiency on slip

Pri kretanju vozila niz nagib od 15 % glavina je opterećenja na stražnjem mostu vozila, dok s povećanjem nagiba do 30 % raste opterećenje na prednjem mostu vozila.

Okomita sastavnica sile u užetu je uvijek veća od usporedne sastavnice sile u užetu koja je čak u jednom slučaju imala i negativan predznak zbog same činjenice da je tada teret gurao skider niz teren. Kada teret gura vozilo niz nagib, zbog stalnih udaraca tereta u zadnju prihvatno-zaštitnu dasku skidera, može se zaključiti da će za neko vrijeme nastupiti zamor materijala i da će doći do prijevremenog oštećenja vozila, odnosno do skraćivanja normalnog vremena uporabe skidera. Okomita sastavnica sile u užetu (V) uvijek je veća od usporedne sastavnice sile u užetu (H). Faktori bruto i neto vuče su negativnoga predznaka jer nije ostvarena pozitivna vučna sila. Klizanje je kotača također negativno s tim da su manje vrijednosti klizanja s povećanjem mase tereta. Pri kretanju vozila niz nagibe od 15 i 30 % ne ostvaruje se pozitivna vučna sila, već motor stalno koči.

Pri privlačenju drva niz nagib najvažnije je izbjegavanje blokiranja kotača, što dovodi do potpunoga proklizavanja vozila, o čemu vozač mora stalno voditi računa. Zbog takvih uvjeta rada potrebno je još dodatno istražiti njihovo djelovanje na psiho-fizičko stanje vozača te koliko se tijekom vremena smanjuje tehnička ispravnost vozila zbog stalnoga kočenja motora i zbog toga što teret gura vozilo. Također je potrebno detaljnije istražiti prijelomne kutove nagiba

terena (α), a s tim u svezi i korigirati općeprihvaćeno područje graničnih nagiba rada skidera pri privlačenju drva uz nagib i niz njega.

6. Literatura – References

- Ashmore, C., C. Burt, J. Turner, 1987: An empirical equation for predicting tractive performance of log-skidders tires. *Transaction of the ASAE*, 30(5): 1231–1236.
- Bojanin, S., A. Krpan, J. Beber, 1988: Komparativno istraživanje privlačenja drva zglobnim traktorima u jelovim prebornim sastojinama sa sekundarnim otvaranjem i bez sekundarnog otvaranja. *Mehanizacija šumarstva*, 13(1–2): 3–13.
- Brixius, W. W., 1987: Traction prediction equations for bias ply tires. *ASAE Paper No 87-1622*: 31p.
- Dwyer, M. J., 1987: Tractive performance of a wide, low-pressure tire compared with conventional tractor drive tires. *Journal of Terramechanics*, 24(3): 227–234.
- Eichrodt, A. W., 2003: Development of a spatial trafficability evaluation system. Dissertation, ETH, Zürich, Switzerland, str. 1–165.
- Gee-Clough, D., 1978: A comparison of the mobility number and Bekker approaches to traction mechanics and recent advances in both methods at the N.I.A.E. *Proceedings of the 6th international conference of ISTVS*, August 22–25, 1978, Vienna, Austria, II: 735–756.
- Hassan, A. E., M. L. Gustafson, 1983: Factors Affecting Tree Skidding Forces. *Transaction of the ASAE*, 26(1): 47–53.
- Horvat, D., 1987: Skidder Wheel Torque Measuring. *Proceedings of 9th ISTVS International Conference*, Barcelona, Vol II: 531–541.
- Horvat, D., 1993: Prilog proučavanju prohodnosti vozila na šumskome tlu. Disertacija. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–234.
- Horvat, D., R. Spinelli, M. Šušnjarić, 2005: Resistance Coefficients on Ground-based Winching of Timber. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26(1): 3–11.
- Inoue, M., T. Tsujii, 2003: Management, technology and system design of mechanized forestry in Japan. *Textbook of forestry mechanization technology*, Forestry Mechanization Society, Akasaka, Minato-ku, Tokyo, Japan, Forestry Machine Series, 92: 1–122.
- Kühmaier, M., K. Stampfer, 2010: Development of a Multi-Attribute Spatial Decision Support System in Selecting Timber Harvesting Systems. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32(2): 75–88.
- Lubello, D., 2008: A rule based SDSS for integrated forest harvesting planning. Dissertation, Università degli studi di Padova, Padova, Italia, 1–213.
- MacLaurin, E. B., 1990: The use of mobility numbers to describe the in-field tractive performance of pneumatic tyres. *Proceedings of the 10th International ISTVS Conference*, Kobe, Japan, August 20–24, 1990, I: 177–186.

Marenče, J., 2005: Spreminjanje tehnički parametrov traktorja pri vlačanju lesa – kriterij pri izbiri delovnega sredstva. Disertacija, Biotehniška fakulteta Univerze u Ljubljani, Slovenija, str. 1–271.

Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–170.

Rowland, D., 1972: Tracked vehicle ground pressure and its effect on soft ground performance. Proceedings of the 4th ISTVS Conference, Stockholm-Kiruna, April 24–28, 1972, I: 353–384.

Saarilahti, M., 2002a: Dynamic Terrain Classification – Modeling of the Seasonal Variation of the Trafficability on Forest Sites. Soil interaction model. Appendix Report, 1: 1–22.

Saarilahti, M., 2002b: Evaluation of the WES Method in Assessing the Trafficability of Terrain and the Mobility of Forest Tractors – part 2: Comparison of different WES models. Soil interaction model, Appendix Report, 3: 1–28.

Sever, S., 1980: Istraživanje nekih eksploatacijskih parametara traktora kod privlačenja drva. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–301.

Sharma, K. A., K. P. Pandey, 1998: Traction data analysis in reference to a unique zero condition. Journal of Terramechanics, 35(3): 179–188.

Suvinen, A., 2002: Terrain mobility model and determination of optimal off-road route. Department of forest re-

source management, University of Helsinki, Finland, Publications, 30: 1–33.

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

Vechinski, C. R., E. E. Johnson, R. L. Raper, 1993: Evaluation of an empirical traction equation for forestry tires. Proceedings of the 11th International ISTVS Conference, Lake Tahoe, Nevada, USA, September 27–30, 1993, I: 265–273.

Tomašić, Ž., 1994: Najveći uzdužni nagib traktorskih prometnica u svezi s projektiranjem i načinom njihove izgradnje te svojstvima traktora za privlačenje drva. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–119.

Tomašić, Ž., D. Horvat, M. Šušnjar, 2007: Raspodjela opterećenja kotača skidera pri privlačenju drva. Nova mehanizacija šumarstva, 28(2007): 27–36.

Turnage, G. W., 1972: Using dimensionless prediction terms to describe off-road wheel vehicle performance. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, USA., ASAE Paper No. 72–634.

Wismer, R. D., H. J. Luth, 1973: Off-road traction prediction for wheeled vehicles. Transaction ASAE, 17(1): 8–10, 14.

Wong, J. Y., 2001: Theory of Ground Vehicles. Third Edition, John Wiley and sons, inc., Ottawa, Canada, str. 18–43.

Abstract

Skidder Traction Performance in Downhill Timber Extraction

Vehicle movement in forestry is described by: 1) the basic dimensional features of the vehicle, 2) the ability to overcome obstacles during movement, 3) traction performance, and 4) environmental suitability. Traction performance depends on the ground conditions (soil bearing capacity) and the total effect of all forces on the vehicle. In this article, skidder traction performance is described with gross (κ) and net (μ) traction factors, wheel slip (δ) and wheel efficiency (η) in downhill timber skidding in order to create a gradeability model for skidders in terms of wood harvesting. In downhill skidding (slope of 15 % and 30 %), the skidder is under great influence of parallel force component ($G \sin \alpha$), adhesion weight (G_a) and slope, which combined resulted in a negative traction force (F_v). Along with the negative traction force, torque (M) and thrust force (F_o) were also negative. The vertical component of the rope force (V) was always greater than the horizontal component of the rope force (H). If the horizontal component of the rope force is equal to zero ($H = 0$), i.e. the moment when the weight of the load ($Q \sin \alpha$) and resistance to traction are in equilibrium, the slope angle α , shown in Figure 1, is a function of load mass distribution factor (k) and skidding factor (μ_p). This is a »turning point« because the loads start to push the vehicle down the slope, which results in a negative horizontal component of the rope force ($H = -0.247$ kN). The load mass distribution factor ranged from 0.31 to 0.58. The factors of gross and net traction were also negative because positive traction force could not be achieved. The net traction factor (μ) ranged from -0.15 to -0.29 , and gross traction factor ranged from -0.17 to -0.41 . The wheel slip was also negative, but lower in value when load mass was increased. The wheel efficiency ranged from 0.30 to 0.71. In downhill skidding (on slopes of 15 and 30 %) there is no positive traction force because of the constantly present engine braking ($F_o = 0$), and this is the second »breaking point« (crit-

ical slope). The slope angle α (as shown in Figure 1) is now a function of many factors:

$$F_o + G \sin \alpha = G_a \cdot f + H$$

$$G \sin \alpha = (G \cos \alpha + V)f - Q \sin \alpha + (1 - k) \cdot Q \cdot \mu_p \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G \cdot f + Q \cdot k \cdot f + (1 - k) \cdot Q \cdot \mu_p}{G + Q}$$

$$\alpha = f(G, f, Q, k, \mu_p)$$

In downhill skidding, the most important is to avoid blocking of the wheels, which would lead to a complete vehicle slippage. The driver must be constantly aware of that fact. When the load pushes the vehicle down the slope, due to the constant thrust of timber at the back end of the skidder, it can be concluded that, in a due time, such performance will result in fatigue of the material and premature damage to the vehicle. It is necessary to additionally explore the effect of downhill timber skidding on the psychophysical state of the driver, and establish how technical soundness of the vehicle is reduced, over time, due to engine braking and pushing of the vehicle by the load. Due to a generally accepted fact that skidders should operate in uphill motion up to 30 % and in downhill motion up to 45 % of terrain slope, further studies should be done.

Keywords: skidder, traction performance, slip curve, braking force, downhill skidding.

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Doc. dr. sc. Marijan Šušnjar
e-pošta: susnjar@sumfak.hr
Andreja Bosner, dipl. inž.
e-pošta: bosner@sumfak.hr
Izv. prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky
e-pošta: porsinsky@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

Informacija o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu

Mario Šporčić, Matija Landekić, Vencel Vondra, Zvonimir Anić

Nacrtak – Abstract

U radu se izvoještava o istraživanjima organizacijske kulture u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb. Ispitivanjem zaposlenika Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, vezano uz najšira pitanja upravljanja i poslovanja Društva, nastojalo se ispitati postojeće stanje organizacijske kulture u državnom šumarskom poduzeću. Upitnikom o stajalištima zaposlenika obuhvaćeno je 49 inženjera šumarstva, odnosno upravitelja šumarija u poduzeću. Istraživanjem su obuhvaćena njihova stajališta o organizacijskim značajkama, upravljačkoj praksi, donošenju odluka i prioriteta u Društvu, zaprekama i prednostima u upravljanju i rukovođenju, te drugim pokazateljima organizacijske kulture. Rezultati ispitivanja upućuju na nepovoljno stanje i na potrebu promjene i unapređenja organizacijske kulture. Oko dvije trećine zaposlenika normirana pravila, strogu hijerarhiju i birokratski način funkcioniranja smatra glavnom značajkom poduzeća. Svrha je rada pružiti informaciju o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu, senzibilizirati šumarsku struku o značenju i ulozi organizacijske kulture i upozoriti na potrebu poticanja i razvijanja kulture kao važne prednosti. Nalazi i izvoještava iz istraživanja pritom mogu činiti objektivna polazišta u kreiranju strategija za unapređenje upravljačke prakse i poslovanja u poduzeću.

Ključne riječi: šumarstvo, organizacijska kultura, upravljanje i rukovođenje, unapređenje poslovanja

1. Uvod – Introduction

Organizacijska ili korporativna kultura, kako je nazivaju neki autori kada govore o profitnim, gospodarskim organizacijama, danas se smatra ključnim čimbenikom rasta i razvoja modernih poduzeća. Drži se da je organizacijska kultura jedan od temeljnih uvjeta na kojem se zasniva učinkovito funkcioniranje i uspješno poslovanje organizacije (trgovačkoga društva, poduzeća i sl.). Sukladno tomu organizacijska kultura sve više postaje nezaobilazno pitanje u analizama djelotvornosti i razvitka svakoga poduzeća. Ona razumijeva određeni sustav vrijednosti, shvaćanja, uvjerenja, etike, životnih stilova, osobnosti i karaktera organizacije, tj. skupine ljudi koji čine tu organizaciju. Takav fenomen u posljednjih tridesetak godina pojačano zaokuplja pažnju kako istraživača organizacijskoga ponašanja, tako i praktičara koji se bave unapređenjem organizacijske učinkovitosti i optimalnim korištenjem ljudskih resursa. Shvaćajući značajnost organizacijske kulture, u razvijenim su zemljama provedena brojna ispitivanja koja su imala za cilj istražiti način na koji ona utječe na stupanj forma-

lizacije, stupanj decentralizacije, upravljanje ljudskim potencijalima, način organiziranja, normiranje postupaka, način kontrole u poduzeću i ostale funkcije upravljanja. Tako su istraživanja organizacijske kulture provedena u velikom broju organizacija iz različitih poslovnih područja, proizvodnje, zdravstva, trgovine, ugostiteljstva, financija, obrazovanja i dr. (Kemp i Dwyer 2001, Harris i Metallinos 2002, Deshpande i Farley 2004, Sušan 2005, Tsui i dr. 2006, Stock i dr. 2007, Kwantes i Boglarsky 2007, Yilmaz i Ergun 2008, Gregory i dr. 2009, MacIntosh i Doherty 2010).

Organizacijska kultura u hrvatskom šumarstvu do sada nije bila predmetom sustavnih istraživanja. Naime, iako su pojedina istraživanja sadržavala neke elemente koji se bave tom problematikom (Šporčić i Sabo 2002, Martinić i dr. 2006, 2007, Šporčić i dr. 2009, 2010, Landekić 2010), sama je organizacijska kultura vrlo rijetko promatrana i obrađivana kao posebna tema i posebno područje. S druge strane, u skladu s aktualnim znanstvenim pogledima u upravljanju i poslovanju tvrtki te s pozitivnim iskustvima organizacija iz raznih područja, drži se da mjerenje i

utvrđivanje tipa, snage i razine organizacijske kulture može pridonijeti i unapređenju poslovanja šumarskoga poduzeća. Svijest o takvu značenju organizacijske kulture i odlučnost u nastojanju za primjenom njezinih koncepata u razvoju hrvatskoga šumarstva potvrđuje i znanstvenoistraživački projektni zadatak Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb (HŠ d.o.o.) »Organizacijska klima i kultura u šumarskom poduzeću« koji je 2010. godine ugovoren sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu. Ranije provedena preliminarna ispitivanja, koja se prikazuju u ovom članku, potvrdila su potrebu istraživanja organizacijske kulture u HŠ d.o.o. i bila su poticaj za pokretanje navedenoga istraživačkoga projekta. U tom je smislu ovaj rad početak sustavnoga pristupa istraživanju organizacijske kulture u hrvatskom šumarstvu.

U radu su provedenim pokusnim ispitivanjem prikazani rezultati procjene organizacijskih značajki, značajki upravljačke prakse, način donošenja odluka i ostali nalazi koji posredno govore o percepciji i razini organizacijske kulture u trgovačkom društvu koje gospodari državnim šumama Republike Hrvatske (RH). Svrha je rada upoznavanje znanstvene i stručne javnosti s ulogom i značenjem organizacijske kulture. Cilj je pritom pružiti prvu informaciju o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu te upozoriti na potrebu i mogućnosti unapređenja poslovanja preko razvoja i jačanja organizacijske kulture u poduzeću.

1.1 Ukratko o organizacijskoj kulturi – *In short on organizational culture*

Organizacijska je kultura relativno noviji koncept u organizacijskoj teoriji i vrlo je složen pojam koji se ne može uvijek smjestiti u neke čvrste granice i okvire, pa tako ni lako definirati. Ono što se razumijeva kulturom značajno se razlikuje među pojedinim autorima, u njihovim mnogobrojnim pristupima i gledištima. U literaturi postoje različite definicije koje su usmjerene na dimenzije organizacijske kulture ili naglašavaju njezine funkcije, no, kao i kod većine općih koncepata, kulturu je teško jednoznačno opisati i nema jedne općeprihvaćene definicije.

Jednu od najkompletnijih i najčešće citiranih definicija organizacijske kulture, koja pak naglašava način njezina nastajanja, pruža Schein (1985, 1990): »Kultura se može definirati kao a) obrazac temeljnih pretpostavki, b) koji je izumila, otkrila ili razvila određena grupa, c) dok je učila suočavati se s problemima vanjske prilagodbe i unutrašnje integracije, d) a koji se pokazao dovoljno dobrim da je smatran valjanim, pa stoga e) treba poučiti nove članove ka f) ispravnom načinu percipiranja, mišljenja i osjećanja u odnosu na te probleme.« Prema tomu, organizacij-

ska je kultura skup uvjerenja, vrijednosti i pretpostavki koje dijele članovi organizacije. Kao takva, organizacijska kultura utječe na ponašanje članova organizacije koji se u svojim odlukama i postupcima oslanjaju na zajedničke vrijednosti. Istodobno članovi organizacije svojim stajalištima i ponašanjem utječu na organizacijsku učinkovitost. Takav odnos između kulture i ponašanja zaposlenika predstavlja teorijsku osnovu za tvrdnju da organizacijska kultura utječe na učinkovitost poduzeća (Gregory i dr. 2009). Po Žugaju i dr. (2004) glavni su elementi organizacijske kulture organizacijska klima, organizacijske vrijednosti i menadžerski stil. Menadžerski stil i način ponašanja menadžera pritom su, kao ključni čimbenici, u najvećoj mjeri zaduženi za oblikovanje kulture i njezin proaktivni razvoj na razini poduzeća.

Osim Scheina, Smircich (1983) definira organizacijsku kulturu kao društveno ljepilo koje spaja članove organizacije pomoću prihvatanja zajedničkih vrijednosti, simbola i društvenih ideala. Za Handyja (1986) organizacijska je kultura niz vrijednosti, normi i uvjerenja. Prema Williamsu i dr. (1989) organizacijska kultura obuhvaća donošenje odluka i rješavanje problema procesa organizacije. Ona utječe na ciljeve, novčana sredstva i vrstu akcije. Izvor je motivacije, zadovoljstva i nezadovoljstva. Prema Petzu i Šulaku (1991) kultura organizacija predstavlja pravila ponašanja, uvjerenja i vrijednosti koje vrijede u nekoj organizaciji. Organizacijska se kultura definira i kao relativno trajan i specifičan sustav osnovnih vrijednosti, uvjerenja, normi i običaja koji određuju organizacijsko ponašanje i usmjeravaju sve aktivnosti pojedinca i grupe koji ih sačinjavaju (Ekonomski leksikon, 1995).

Navedene definicije upućuju na činjenicu da je organizacijska kultura odgovarajuća sinteza vjerovanja, stila ponašanja i djelovanja. Može se tretirati i kao način na koji se posluje, ono što iskazuje ljestvicu vrijednosti u nekom poduzeću ili, drugim riječima, skup svih čimbenika kojima se definiraju životna filozofija i specifičan stil nekoga poduzeća (Žugaj i dr. 2004).

2. Problematika i ciljevi rada – *Issues and objectives of research*

Organizacijska je kultura važna pokretačka snaga ekonomskoga rasta i razvoja organizacija (trgovačkih društava, poduzeća). U održivom razvoju djelatnosti i poslovanja šumarskoga sektora također ima jednu od ključnih uloga koja će u budućnosti biti sve značajnija. Da bismo se ispravno odredili prema općim pitanjima organizacijske kulture, a pogotovo da bismo spoznali njezine dimenzije i da bismo mogli odgovorno djelovati u korist unapređenja kulture i poslova-

nja, nužno je elementarno razumijevanje osnovnih koncepata i elemenata organizacijske kulture, ali i njihove razine u poduzeću (inovativnost, adaptabilnost, uključenost, misija poduzeća, menadžerski stil i sl.).

Upravo radi spoznavanja temeljne razine i pokazatelja organizacijske kulture, a u skladu sa značenjem i važnošću koja joj se pridaje u gospodarstvu razvijenih zemalja, nastojalo se istražiti organizacijsku kulturu u hrvatskom šumarstvu. Ispitivanjem zaposlenika Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, vezano uz najšira pitanja upravljanja i poslovanja Društva, nastojalo se utvrditi postojeće stanje organizacijske kulture u državnom šumarskom poduzeću.

Svrha se rada sastoji u istraživanju značenja i odnosa prema organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu. Glavni je cilj upozoriti na značenje organizacijske kulture i istaknuti potrebu poticanja i razvijanja organizacijske kulture kao važne prednosti.

Glavne sastavnice u provođenju istraživanja obuhvaćaju:

- ⇒ ispitivanje organizacijskih značajki koje najbolje opisuju HŠ d.o.o.,
- ⇒ procjenu značajki upravljačke prakse,
- ⇒ određivanje čimbenika koji imaju dominantan utjecaj na donošenje odluka i prioriteta u HŠ d.o.o.,
- ⇒ određivanje glavnih zapreka primjerenoj upravljačkoj praksi u HŠ d.o.o.,
- ⇒ procjenu tipa i osobina vodstva u HŠ d.o.o.,
- ⇒ procjenu značenja kvalitete osnovnih šumarskih djelatnosti,
- ⇒ procjenu prednosti, slabosti i mogućnosti unapređenja poslovanja HŠ d.o.o.

Osnovna je zadaća ispitivanja dobiti indikativne rezultate koji bi odražavali glavna stajališta ispitanika, odnosno dali informativnu sliku o organizacijskoj kulturi HŠ d.o.o. Namjera je pružiti informaciju o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu i tako pridonijeti tomu da šumarska struka razvije svijest o značenju i ulozi organizacijske kulture. Dobiveni rezultati pritom mogu pružiti smjernice i poslužiti kao ishodište u kreiranju polazišta za unapređenje upravljačke prakse i poslovanja u poduzeću.

3. Materijal i metode – *Material and methods*

Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, kao državno poduzeće s mandatom gospodarenja šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj, primaran su objekt istraživanja. HŠ d.o.o. zapošljavaju oko 8 000 zaposlenika, upravljaju s 2 mil. hektara šuma i šumskih

zemljišta (oko 75 % ukupne šumske površine RH) i predstavljaju, uz znatno manji udio privatnih i drugih šumoposjednika, glavni subjekt u gospodarenju šumama RH.

Istraživanje organizacijske kulture Hrvatskih šuma obuhvatilo je trenutačne teoretske spoznaje o organizacijskoj kulturi i ispitivanje mišljenja i stajališta zaposlenika HŠ d.o.o. Za ispitivanje stajališta zaposlenika primijenjena je metoda upitnika. Upitnik je razvijen u Zavodu za šumarske tehnike i tehnologije na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i nastao je u sklopu aktivnosti na izradi diplomskoga rada »Istraživanje organizacijske kulture u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb« (Zvonimir Anić) iz predmeta Organizacija proizvodnje u šumarstvu.

Upitnik je imao četiri strukturna dijela. Tako su se pojedini dijelovi upitnika sastojali od pitanja u kojima je trebalo vrednovati ponuđene opcije i pridavanjem određenoga broj bodova odrediti značenje i redoslijed važnosti pojedinih opcija; u drugim dijelovima ispitanici su zaokruživanjem među ponuđenim opcijama izabirali »svoju opciju«, odnosno upitnik je »nudilo« više opcija stava/izjave koje su ispitanici trebali ocijeniti; u trećem dijelu bilo je potrebno iskazati intenzitet svoga ne/slaganja s ponuđenim značajkama i tvrdnjama, pri čemu je primijenjena Likertova skala procjenjivanja (s 5 stupnjeva procjene). U posljednjem dijelu upitnik je sadržavao otvorena pitanja u kojima je bilo moguće napisati osobno mišljenje.

U tematskom pogledu upitnik sadrži 11 pitanja koja se odnose na procjenu organizacijskih značajki HŠ d.o.o., način rukovođenja i upravljačku praksu, proces odlučivanja, ali i na procjenu glavnih prednosti i ograničenja u sustavnom unapređenju upravljanja i poslovanja HŠ d.o.o.

Istraživanjem, odnosno anketom o kulturi u prvom su navratu obuhvaćeni samo diplomirani inženjeri šumarstva, odnosno upravitelji šumarija unutar poduzeća HŠ d.o.o. Ispitivanje je provedeno tijekom 2006. godine putem elektroničkoga upitnika. S obzirom na to da je riječ o kategoriji koja se ne može promijeniti relativno brzo i jednostavno, rezultati ispitivanja upravitelja šumarija iz 2006. godine mogu se i danas prihvatiti kao pokazatelji trenutačnoga stanja i percepcije organizacijske kulture u HŠ d.o.o., odnosno kao slika današnje poslovne kulture u poduzeću.

U obradi i analizi rezultata ispitivanja primijenjene su analitičke, komparativne i deskriptivne tehnike pri čemu su korištene dosadašnje teoretske i praktične spoznaje na ovom području. Tako je dobivena slika o poslovanju organizacije, njezinoj kulturi i spremnosti na inovativnost, prihvaćanje novih ideja i uvođenje promjena.

Tablica 1. Opći podaci o istraživanju organizacijske kulture u poduzeću HŠ d.o.o.**Table 1** General information on the research of organizational culture in HŠ Ltd.

Vrsta ispitanika – <i>Type of interviewees:</i>	Upravitelji šumarija u HŠ d.o.o. – <i>Forest office managers</i>		
Broj odgovora – <i>Number of respondents:</i>	49 (29 %)		
Vrijeme ispitivanja – <i>Time of research:</i>	Tijekom 2006. godine – <i>During 2006</i>		
Profil anketiranih zaposlenika – <i>Profile of interviewees:</i>		N	%
Spol – <i>Gender:</i>	⇒ Muški – <i>Male</i>	44	89,8
	⇒ Ženski – <i>Female</i>	1	2,0
	⇒ Bez podataka – <i>No data</i>	4	8,2
Dobna skupina – <i>Age group:</i>	⇒ < 30	-	-
	⇒ 31 – 40	14	28,6
	⇒ 41 – 50	18	36,7
	⇒ 51 – 60	8	16,3
	⇒ > 61	3	6,1
	⇒ Bez podataka – <i>No data</i>	6	12,3
	⇒ Visoka stručna sprema – <i>University degree</i>	44	89,8
Stručna sprema – <i>Level of education:</i>	⇒ Poslijediplomski studij – <i>Postgraduate study</i>	2	4,1
	⇒ Bez podataka – <i>No data</i>	3	6,1
	⇒ Bez podataka – <i>No data</i>	3	6,1
Radni staž u šumarstvu, godine – <i>Years of work experience in forestry:</i>	⇒ < 10	13	26,6
	⇒ 11 – 20	21	42,8
	⇒ 21 – 30	8	16,3
	⇒ 31 – 40	4	8,2
	⇒ > 41	-	-
	⇒ Bez podataka – <i>No data</i>	3	6,1

4. Rezultati i nalazi ispitivanja – *Results and findings of research*

Analiza provedenoga ispitivanja mišljenja i stavova šumarskih stručnjaka obuhvatila je (a) analizu profila ispitanika uključenih u istraživanje, (b) izvješće, odnosno nalaz o svakom od pitanja iz upitnika. Prikupljeni su podaci obrađeni deskriptivnom analizom te iskazani tablično i grafički.

4.1 Profil uzorka ispitanika – *Profile of the sampled interviewees*

Kao ispitanici u provedbi preliminarnoga istraživanja organizacijske kulture HŠ d.o.o. odabrani su upravitelji šumarija. Dakle, upitnici su e-poštom odaslani svim upraviteljima, no na upitnike je odgovorilo tek 49 ispitanika, što čini oko 29 % od ukupnoga broja upravitelja šumarija i govori o njihovu slabom odazivu i nezainteresiranosti. U tablici 1 prikazani su opći podaci o provedenom ispitivanju i profilu ispitanika.

Podaci o profilu anketiranih osoba, po više kriterija (spolnom, starosnom, obrazovnom), ugrubo odgovaraju distribuciji zaposlenika HŠ d.o.o. s viso-

kom stručnom spremom. U tom smislu, i uz relativno mali broj odgovora, uzorak dobro opisuje zaposlenike kojima je bio namijenjen (upravitelji šumarija), te su rezultati ispitivanja vrijedni nalazi o njihovim stavovima i mišljenjima. Naime, upravitelji šumarija predstavljaju srednji menadžment poduzeća čiji rad u velikoj mjeri ovisi o stanju kulture, ali koji istodobno i sam značajno djeluje na organizacijsku kulturu (odgovorni za motivaciju zaposlenika, razvoj timskoga načina rada i sl.).

4.2 Stajališta o pitanjima iz upitnika – *Views of questionnaire questions*

U ovom dijelu rada daje se izvješće, tj. nalaz o stajalištu ispitanika o svakom od pitanja iz upitnika. Treba napomenuti da određeni broj ispitanika nije odgovorio na pojedina pitanja te da su frekvencije i udjeli odgovora, prikazani u nalazima ispitivanja, određeni na osnovi broja danih odgovora, a ne ukupnoga broja ispitanika. Broj ispitanika koji nisu dali odgovor na neka pitanja i koji nisu uzeti u obzir pri izradi relativnih udjela kreće se 0 – 7 ispitanika, ovisno o pitanju. U nastavku će se prikazati svako pitanje s rezultatima i kratkim komentarom.

Tablica 2. Značajke koje najbolje opisuje HŠ d.o.o.

Table 2 Sets of elements which best describe HŠ Ltd.

Značajka – Claim	Bodovi – Points
Naglašavaju se zajedničke vrijednosti i ciljevi, aktivno sudjelovanje, povezanost, obiteljska atmosfera <i>Emphasis is on collective values and goals, active participation, cohesion, family atmosphere</i>	11
Naglašavaju se normirana pravila, hijerarhija, sistematičnost, birokratski način funkcioniranja <i>Emphasis is on standardized rules, hierarchy, systematic, bureaucratic way of functioning</i>	55
Naglašava se dinamičnost, usmjerenost na postizanje ciljeva i rezultata, klijente, učinkovitost i djelotvornost <i>Emphasis is on the dynamics, focus on achieving goals and outcomes, customers and effectiveness</i>	20
Naglašava se poduzetnost, kreativnost, prilagodljivost, predanost inovacijama, izvršavanju zadatka <i>Emphasis is on entrepreneurial spirit, creativity, adaptability, innovations, executing tasks</i>	14
Ukupno – Total	100

4.2.1 Koje značajke najbolje opisuju HŠ d.o.o.?

Which characteristics best describe HŠ Ltd.?

U ovom pitanju ispitanici su trebali rasporediti 100 bodova između ponuđenih opcija i na taj način procijeniti organizacijske značajke Društva. U tablici 2 prikazani su rezultati s prosječnim brojem bodova koje su »osvojile« pojedine značajke.

Prikazani rezultati pokazuju način na koji ispitanici percipiraju poduzeće. Naime, više od polovice dodijeljenih bodova odnosi se na normirana pravila,

hijerarhijsku strukturu i birokratsko funkcioniranje kao glavne karakteristike HŠ d.o.o. Strogi hijerarhijski i nefleksibilni stil pritom su značajno ograničenje u razvoju poslovne kulture unutar HŠ d.o.o.

4.2.2 Kakva je upravljačka praksa u HŠ d.o.o.?

What is the management practice in HŠ Ltd.?

Pri određivanju značajki upravljačke prakse ispitanici su iskazali čvrstoću svojega slaganja s pojedinim izjavama u kojima je opisano stanje upravljačke prakse. U procjeni intenziteta ne/slaganja s ponuđenim tvrdnjama primijenjena je Likertova skala procjenjivanja (tablica 3).

Stupnjevi procjene:

⇒ 1 – Uopće se ne slažem – *Totally disagree*,

⇒ 5 – U potpunosti se slažem – *Totally agree*.

Više od dvije trećine ispitanika smatra da je proces donošenja odluka centraliziran na vrhu hijerarhijske ljestvice te da upravljačka praksa u HŠ d.o.o. ima karakteristike političkoga života u kojem se odlučivanje odvija kao borba za prevlast između pojedinih interesnih skupina i pojedinaca te njihovih različitih ciljeva. S druge strane tek mali broj ispitanika (oko 22 %) drži da je proces odlučivanja kolegijalan i participativan.

4.2.3 Koji čimbenici imaju dominantan utjecaj na donošenje odluka i prioriteta u HŠ d.o.o.?

Which factors have a dominant influence on decision making and establishing priorities in HŠ Ltd.?

U trećem pitanju ispitanici su odredili glavne čimbenike koji utječu na odlučivanje i postavljanje prio-

Tablica 3. Upravljačka praksa u HŠ d.o.o.

Table 3 Characteristics of management practice in HŠ Ltd.

Značajka – Claim	Stupnjevi procjene – Degrees of evaluation, %				
	1	2	3	4	5
Proces odlučivanja kolegijalne naravi, svi nositelji odgovornosti na odgovarajućim razinama sudjeluju u procesu odlučivanja <i>Decision-making process is of a collegial nature, all responsible persons participate in decision-making process at appropriate levels</i>	40,0	20,0	17,8	15,6	6,6
Proces odlučivanja potaknut je »odozgo«, hijerarhijska je struktura formalizirana i ograničen je protok informacija; regulacija se temelji na formalnom autoritetu <i>Decision-making comes from »above«, hierarchical structure is formalized and the flow of information is limited; regulation is based on formal authority</i>	6,7	13,3	13,3	28,9	37,8
Proces se odlučivanja odvija kao politička borba za prevlast između interesnih skupina i pojedinaca s različitim ciljevima i vrijednostima <i>Decision-making process takes place as a political struggle between interest groups and individuals with different goals and values</i>	2,2	11,1	13,3	11,1	62,3
U procesu odlučivanja sudjeluje manja skupina ljudi na vrhu hijerarhijske ljestvice bez konzultiranja s »podređenima« <i>Decision-making process involves a smaller group of people at the top of the hierarchical scale without consultation with the »subordinated«</i>	-	15,6	11,1	15,6	57,7

Tablica 4. Čimbenici koji imaju dominantan utjecaj na odlučivanje u HŠ d.o.o.**Table 4** Factors with a dominant influence on decision-making in HŠ Ltd.

Čimbenik odlučivanja – <i>Decision-making factor</i>	Stupnjevi procjene – <i>Degrees of evaluation, %</i>				
	1	2	3	4	5
Autoriteti odgovorni za financijsku politiku i raspoređivanje prihoda <i>Authorities responsible for financial policy and revenue distribution</i>	2,2	2,2	13,0	28,3	54,3
Profesionalni i etički standardi primjereni ekonomiji prirodnih resursa <i>Professional and ethical standards appropriate for economy of natural resources</i>	8,9	17,8	33,3	28,9	11,1
Očekivanja budućih generacija (»vraćanje šuma svojim unucima«) <i>Expectations of future generations (»return forests to our grandchildren«)</i>	15,2	26,1	32,6	19,6	6,5
Tržište i konkurencija roba i usluga <i>Market of and competition for goods and services</i>	8,9	11,1	24,4	24,4	31,2
Očekivanje poslodavca (Vlade RH) i državnoga (nacionalnoga) gospodarstva <i>Expectations of the employer (Government of RC) and of the national economy</i>	-	4,3	17,0	19,1	59,6
Očekivanje međunarodne zajednice zbog obvezujućih kriterija u šumarstvu <i>Expectations of the international community due to binding forestry criteria</i>	-	6,4	19,1	23,4	51,1

riteta. Za svaki navedeni čimbenik oni su procijenili i zaokružili jedan od pet ponuđenih intenziteta njihova značenja. Rezultati su prikazani u tablici 4.

Stupnjevi procjene:

⇒ 1 – Uopće ne utječe – *Have no influence*,

⇒ 5 – Snažno utječe – *Have strong influence*.

Kao čimbenici koji najsnažnije utječu na donošenje odluka i prioriteta prepoznati su, na prvom mjestu, očekivanja poslodavca i uloga koju gospodarenje šumama treba ispuniti u državnoj ekonomiji, zatim autoriteti za financije te međunarodni kriteriji u šu-

marstvu koji su obvezujući za RH. Te su tri grupe glavni čimbenici odlučivanja. Za njima slijede tržišno poslovanje, profesionalni i etički standardi, i na posljednjem mjestu očekivanja budućih generacija. Rangovi navedenih čimbenika ostaju gotovo jednaki i kada im se dodaju udjeli ispitanika koji su im dodijelili ocjenu »4«, odnosno koji smatraju da imaju »određeni« utjecaj. U kontekstu organizacijske kulture posebno je zanimljiv relativno velik broj ispitanika koji su naveli da profesionalni i etički standardi u poslovanju tvrtki te očekivanja budućih generacija nemaju utjecaja na odlučivanje (27 % odnosno 41 %).

Tablica 5. Zapreke primjerenoj upravljačkoj praksi u HŠ d.o.o.**Table 5** Elements that constitute an obstacle to appropriate management practice in HŠ Ltd.

Element – <i>Element</i>	Stupnjevi procjene – <i>Degrees of evaluation, %</i>				
	1	2	3	4	5
Prevelika birokracija – <i>Too large bureaucracy</i>	-	-	8,2	24,5	67,3
Utjecaj »sivih« struktura upravljanja <i>Influence of »grey« management structures</i>	2,0	4,1	40,8	40,8	12,3
Izoliranost rada centara moći (izostanak ili nedostatak suradnje) <i>Isolation of power centers (the absence or lack of cooperation)</i>	2,0	10,2	20,4	49,0	18,4
Nepostojanje zajedničke misije (svrhe) Društva (HŠ d.o.o.) <i>Absence of a common mission (aim) of the Company (HŠ Ltd.)</i>	8,2	20,4	34,7	20,4	16,3
Neodgovarajući komunikacijski kanali (lateralni i vertikalni) <i>Inadequate communication channels (lateral and vertical)</i>	2,0	14,3	51,0	24,5	8,2
Nedostatna informiranost o ključnim pitanjima poslovne politike HŠ <i>Lack of information on key issues of business policy in HŠ Ltd.</i>	6,1	18,4	22,4	34,7	18,4
Sporost u donošenju odluka – <i>Slow decision making</i>	-	4,1	18,4	36,7	40,8
Nedostatna suradnja s okruženjem <i>Absence of cooperation with the environment</i>	-	14,6	35,4	33,3	16,7

4.2.4 Koji elementi predstavljaju zapreku primjerenoj upravljačkoj praksi u HŠ d.o.o.? Which elements constitute an obstacle to appropriate management practice in HŠ Ltd.?

Tim je pitanjem određeno u kojoj su mjeri pojedini elementi zapreka primjerenoj upravljačkoj praksi. Ispitanicima je na procjenu ponuđeno osam elemenata i pet stupnjeva procjene uz mogućnost navođenja dodatnih elemenata (tablica 5).

Stupnjevi procjene:

- ⇒ 1 – Ne predstavlja zapreku – *Represents no obstacle*,
- ⇒ 5 – Predstavlja jako veliku zapreku – *Represents great obstacle*.

Prema nalazima istraživanja najveća je zapreka u upravljanju HŠ d.o.o. prevelika birokracija. Oko 67 % ispitanika smatra ju jako velikom, a 25 % velikom zaprekom. Kao značajnije zapreke valja još izdvojiti sporo donošenje odluka, izoliranost, odnosno izostanak i nedostatak suradnje te utjecaj tzv. »sivih« struktura u poduzeću. Može se primijetiti da zapravo svi navedeni elementi, neki u većoj ili manjoj mjeri, negativno djeluju na unapređenje poslovanja. Uz ponuđene, dodatne je elemente navelo tek nekoliko ispitanika, koji zato nisu posebno analizirani.

4.2.5 Kakve su karakteristike vodstva u HŠ d.o.o.? – What are the characteristics of leadership in HŠ Ltd.?

Od ispitanika se u ovom pitanju tražilo da procijene određene tvrdnje vezane uz vodstvo, odnosno nositelje izvršnih funkcija u HŠ d.o.o. Uz pomoć Likertove skale oni su iskazali intenzitet svoga slaganja s pojedinim izjavama.

Stupnjevi procjene:

- ⇒ 1 – Uopće se ne slažem – *Totally disagree*,
- ⇒ 5 – U potpunosti se slažem – *Totally agree*.

U procjeni tvrdnji koje se odnose na vodstvo HŠ d.o.o. dobar je dio ispitanika pokazao određenu neodlučnost. Od 28 % do 41 % ispitanika, ovisno o tvrdnji, odgovorilo je kako se niti slaže niti ne slaže s pojedinom tvrdnjom. Osim toga ostali su odgovori na ovo pitanje sljedeći:

- ⇒ 38,3 % ispitanika smatra da vodstvo učinkovito komunicira s gospodarstvom, lokalnom i državnom upravom i dr.,
- ⇒ 34,8 % ispitanika smatra da vodstvo zahtijeva da se bude »u toku« i da se prate rezultati i promjene vezane uz šumarstvo,
- ⇒ samo 17,4 % smatra da se problemi rješavaju brzo i učinkovito,
- ⇒ 26 % ispitanika drži da vodstvo potiče odgovornost za rezultate rada,

⇒ tek 19,5% smatra da se u donošenju važnih odluka uvažavaju sva relevantna mišljenja.

4.2.6 Kakav je tip vođe nositelj izvršne funkcije u HŠ d.o.o.? – What type of leader holds executive positions in HŠ Ltd.?

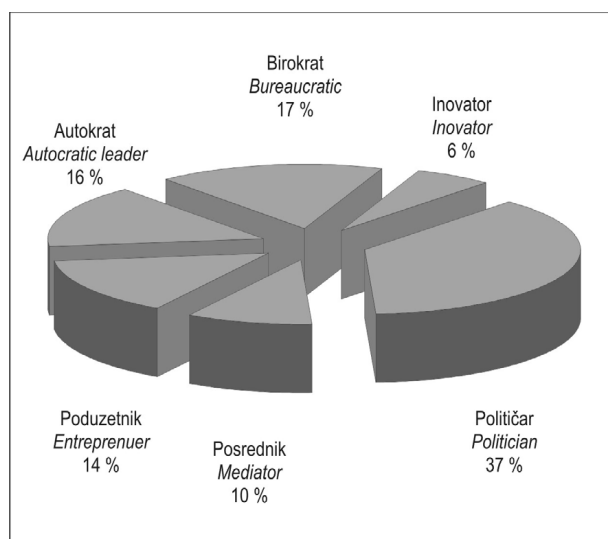
Odgovarajući na to pitanje ispitanici su trebali procijeniti kojemu su tipu vođe po bitnim osobinama najbliži nositelji izvršnih funkcija u HŠ d.o.o. Ispitanici su mogli procijeniti između 6 ponuđenih tipova i njihovih karakteristika:

- ⇒ *Birokrat* – formulacija jasnih ciljeva i poštivanje birokratskih postupaka,
- ⇒ *Inovator* – stvaranje stimulirajućega sustava za stalne mijene i inovacije,
- ⇒ *Političar* – poticanje donošenje odluka kompromisima, pregovorima i koaliranjem,
- ⇒ *Posrednik* – stvaranje konsenzusa između različitih grupacija,
- ⇒ *Poduzetnik* – dizajniranje zajedničke svrhe i usmjerenja,
- ⇒ *Autokrat* – odlučivanje »na vrhu« bez konzultiranja s »podređenima«.

Stajališta ispitanika prikazana su na slici 1 i pokazuju nedostatak inovatora, posrednika i poduzetnika u Društvu.

4.2.7 Koliko su zadovoljni zaposlenici HŠ d.o.o.? How satisfied are the employees in HŠ Ltd.?

Zadovoljstvo i motiviranost zaposlenika značajan je čimbenik u poslovanju svakoga poduzeća. Organizacijska klima, odnosno radna atmosfera u HŠ



Slika 1. Stajališta o tipu vođe u HŠ d.o.o.
Fig. 1 Different types of leader in HŠ Ltd.

Tablica 6. Karakteristike vodstva u HŠ d.o.o.**Table 6** Characteristics of leadership in HŠ Ltd.

Tvrdnja – Claim	Stupnjevi procjene – Degrees of evaluation, %				
	1	2	3	4	5
Vodstvo učinkovito komunicira s vanjskim okruženjem HŠ d.o.o. <i>Leadership effectively communicates with the external environment of HŠ Ltd</i>	6,4	14,9	40,4	25,5	12,8
Vodstvo zahtjeva konstantno praćenje novih dostignuća i promjena u šumarstvu <i>Leadership requires constant monitoring of new achievements and changes</i>	10,9	13,0	41,3	23,9	10,9
Vodstvo učinkovito i brzo rješava ključne probleme poduzeća <i>Leadership effectively and quickly solves the key problems of the company</i>	32,6	21,7	28,3	15,2	2,2
Vodstvo potiče javnu odgovornost za rezultate rada <i>Leadership promotes public liability for the results of work</i>	19,6	17,4	37,0	13,0	13,0
Vodstvo u donošenja odluka uvažava mišljenje svih relevantnih sudionika <i>Leadership accepts the opinion of all relevant stakeholders in decision-making</i>	26,1	26,1	28,3	17,3	2,2

Tablica 7. Zadovoljstvo i motiviranost zaposlenika HŠ d.o.o.**Table 7** Satisfaction and motivation of employees in HŠ Ltd.

Tvrdnja – Claim	Stupnjevi procjene – Degrees of evaluation, %				
	1	2	3	4	5
Zadovoljan/na sam upravljačkom (rukovoditeljskom) praksom <i>I am satisfied with the management practice</i>	21,7	26,1	41,3	6,5	4,4
Osobno utječem na donošenje odluka (na proces) <i>I have personal influence on decision making (process)</i>	60,0	13,3	8,9	4,4	13,4
Zainteresiran/a sam za aktivno sudjelovanje u odlučivanju <i>I am interested in actively participating in decision-making</i>	8,7	10,9	41,3	15,2	23,9
Zadovoljan/na sam komunikacijom unutar Društva (tvrtke) <i>I am satisfied with communication inside the company</i>	27,7	23,4	40,4	6,4	2,1
Jasna mi je misija i svrha te dugoročni ciljevi Hrvatskih šuma d.o.o. <i>I understand the mission and purpose of long-term goals of HŠ Ltd.</i>	21,3	12,8	36,2	19,1	10,6
Potican/a sam na timski rad i suradnju <i>Teamwork and collaboration are encouraged</i>	37,0	17,4	34,8	6,5	4,3

d.o.o. procijenjena je na osnovi čvrstoće suglasnosti ispitanika s tvrdnjama ponuđenim u upitniku (tablica 7).

Stupnjevi procjene:

⇒ 1 – Uopće se ne slažem – *Totally disagree*,

⇒ 5 – U potpunosti se slažem – *Totally agree*.

Prikazani rezultati govore o malom broju zaposlenika koji su zadovoljni upravljanjem, komunikacijom i suradnjom u Društvu (oko 10 %). Da osobno utječe na donošenje odluka smatra 18 % ispitanika. S druge strane, dobar dio ispitanika (od 30 % do 40 %) smatra da ima potencijala i volje za aktivnije uključivanje u upravljanje i odlučivanje te da osobno može unaprijediti proces obavljanja radnih zadataka i pridonijeti ostvarivanju dugoročnih ciljeva Društva.

4.2.8 Koje se značenje pridaje kvaliteti osnovnih šumarskih djelatnosti? – *What importance is given to the quality of primary forestry activities?*

U sklopu istraživanja ispitanici su ocijenili u kojoj se mjeri pridaje značenje kvaliteti sljedećih osnovnih šumarskih djelatnosti:

A. Integralno gospodarenje šumama *Integrated Forest Management*

⇒ potiče se i stimulira bilanciranje uspješnosti proizvodno-poslovnih postupaka na cjelovitim biotehnoškim procesima (npr. za razdoblje obnove, od naplodboga sijeka do formiranja sklopljenoga mladika u jednodobnim sastojinama).

- B. Oštećenje sastojina pri obavljanju radova
Stand damage at work performing
 ⇒ istražuju i stimuliraju se načini s najmanjim dopuštenim oštećivanjima.
- C. Unapređenje proizvodnih procesa uzgajanja šuma – *Improvement of silvicultural processes*
 ⇒ stalno unapređenje biotehnologija, radnih tehnika i tehnologija.
- D. Unapređenje proizvodnih procesa pridobivanja drva – *Improvement of timber harvesting*
 ⇒ oprema, tehnologije, tehnike i organizacija.
- E. Monitoring ekopromjena i integralna zaštita šuma – *Monitoring of ecology and forest protection*
 ⇒ razvijaju se načini i modeli predviđanja budućih promjena i preventivne zaštite šuma.
- F. Usklađivanje čimbenika pri radnim procesima u šumarstvu u znaku uspostave procesa s »4 E« (ekološki, ekonomični, energetske prihvatljivi i ergonomski povoljni) – *Alignment of the forestry working factors towards the establishment of the »4 E« (ecology, economy, energy, ergonomy).*
- G. Usklađivanje proizvodno-poslovnih procesa prema zadovoljavanju tzv. kriterija »4 M« (čovjek, novac, proizvodnja, tržište) – *Alignment of business process according to »4 M« criteria (man, money, manufacture, market).*

Stupnjevi procjene:

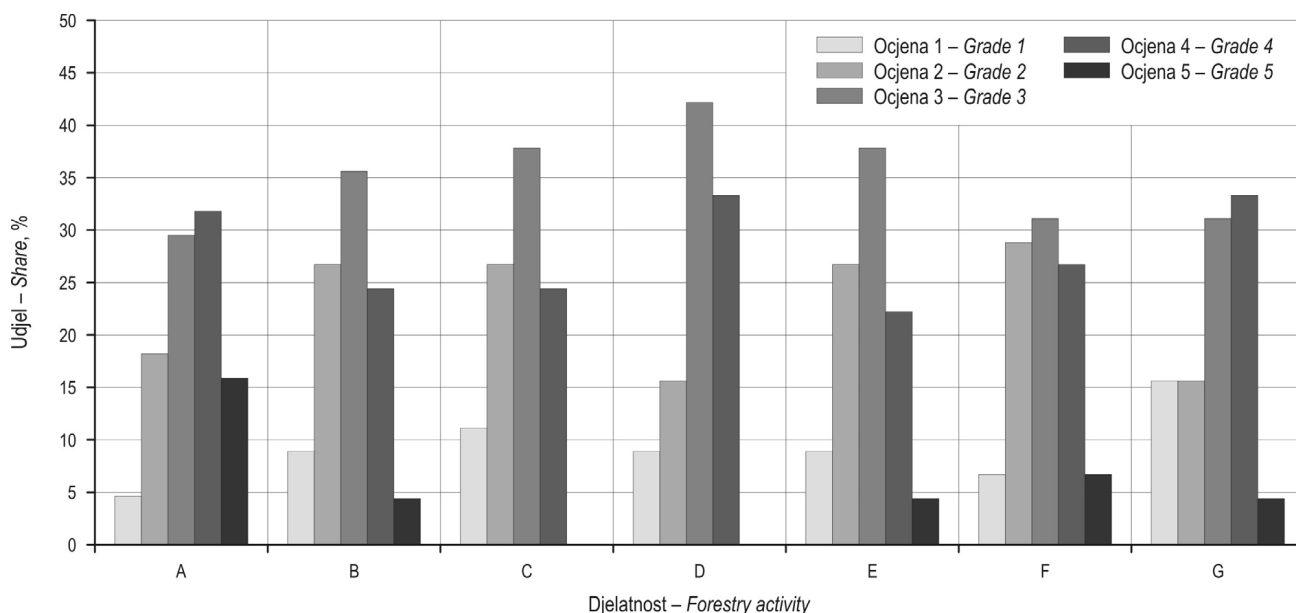
⇒ 1 – Uopće se ne pridaje značenje – *Not important at all,*

⇒ 5 – Pridaje se velika važnost – *Very important.*

Najviše ispitanika (oko 50 %) smatra da se najveće značenje pridaje integralnomu gospodarenju šumama. Za njim slijede djelatnosti povezane s ispunjavanjem »4 M« kriterija (38 %), unapređenje proizvodnih procesa pridobivanja drva (33 %) i uspostava »4 E« procesa (33 %), iako gotovo jednako ili čak nešto više ispitanika smatra da se tim istim djelatnostima pridaje malo ili nikakvo značenje. Smanjenje oštećivanja sastojina pri radovima, unapređenje proizvodnih procesa uzgajanja šuma te monitoring i zaštitu šuma ispitanici smatraju djelatnostima čijoj se kvaliteti pridaje najmanja važnost (36 % do 38 %).

4.2.9 Koje su prednosti, nedostaci i mogućnosti unapređenja upravljanja i rukovođenja u HŠ d.o.o.? – *What are the advantages, weaknesses and possibilities of improvement of management of HŠ Ltd.?*

U tri pitanja otvorenoga tipa ispitanici su mogli navesti ono što smatraju značajnim prednostima odnosno slabostima u praksi upravljanja i rukovođenja Društva te iskazati gdje vide mogućnosti unapređenja poslovanja. Na ovom ćemo mjestu prikazati samo neke od navoda.



Slika 2. Značenje koje se pridaje kvaliteti osnovnih šumarskih djelatnosti

Fig. 2 Importance attached to quality of primary forest activities

Kao značajne prednosti zaposlenici ističu:

- ⇒ veliko i jedinstveno poduzeće i veće mogućnosti u »borbi« s okruženjem,
- ⇒ komunikaciju i suradnju s državnim i gospodarskim subjektima,
- ⇒ uspostavu zajedničkih normi (kriterija), cilja i načina provedbe proizvodnih procesa,
- ⇒ povoljnu politiku financiranja biološke obnove šuma,
- ⇒ mogućnost provedbe jedinstvene šumarske politike,
- ⇒ objedinjavanje (normiranje) postupaka i opreme, stvaranje imidža,
- ⇒ neotpuštanje zaposlenika,
- ⇒ osposobljavanje menadžmenta i učenje stranih jezika.

Kao značajne slabosti zaposlenici ističu:

- ⇒ umiješanost politike u proces, nedefiniranost razgraničenja nadležnosti, planira se kampanjski i stihijski,
- ⇒ nedovoljna autonomnost uprava šuma i šumarija,
- ⇒ prenamaglašena centralizacija, izostanak kriterija vrednovanja učinkovitosti i djelotvornosti na razini šumarije, radnoga mjesta i uopće,
- ⇒ oduzimanje šumariji minimalne gospodarske autonomnosti,
- ⇒ egalizacija pogubna za motivirani i kreativni pristup radu,
- ⇒ centralizacija i sporost u odlučivanju, nepostojanje sustava vrednovanja i plaćanja rada,
- ⇒ tromost, utjecaj politike, nerazvijeno gospodarenje ljudima,
- ⇒ glomazan i inertan sustav koji zaposlenike na šumarijama radno demotivira.

Kao mjere kojima se može utjecati na sustavno unapređenje upravljanja i rukovođenja ispitanici su naveli sljedeće:

- ⇒ umjesto kontrole uvesti povjerenje i kooperaciju,
- ⇒ decentralizacija,
- ⇒ razviti menadžment ljudskih resursa, razviti sustav vrednovanja i plaćanja rada,
- ⇒ trajno osposobljavanje,
- ⇒ odvojiti šume na kršu od kontinentalnih šuma, OKFŠ trošiti namjenski za šumarstvo na kršu, privatizirati profitabilne djelatnosti, uvesti koncesije,
- ⇒ ograničenje obnašanja (trajanja) poslova top menadžmenta na dva mandata,

- ⇒ stimulirati krajnje izvršitelje na osnovi jasnih kriterija vrednovanja učinkovitosti,
- ⇒ uvođenje institucije javnoga natječaja za sve razine rukovoditelja,
- ⇒ šumariji se treba dati mogućnost gospodarenja rezultatima – dio autonomnosti.

5. Rasprava i zaključci – Discussion and conclusions

Koncept organizacijske ili korporativne kulture danas predstavlja dominantno i nezaobilazno pitanje prilikom analize organizacijske uspješnosti i razvoja svakoga modernoga poduzeća. Ona utječe na organizacijske i psihološke procese u poduzeću, kao što su komunikacija, rješavanje problema, donošenje odluka, upravljanje konfliktima, učenje i motivacija zaposlenika. Na taj način posredno ili neposredno utječe na učinkovitost i produktivnost organizacije, njezinu inovativnost, zadovoljstvo poslom i druge stavove zaposlenih prema radu. Tvrtke i menadžment koji posjeduju organizacijsku kulturu potiču inoviranje i preuzimanje rizika, nagrađuju zaposlene za svaku novu ideju, potiču promjene ustaljenih radnih postupaka i normi. U njima se brzo prilagođava promjenama, cijeni se izvrsnost, brine se o dobrobiti zaposlenih, delegira odlučivanje i osigurava dostupnost informacija za sve zaposlene. Pozitivni učinci očituju se u osjećaju pripadnosti poduzeću, povećanom dojamu samokontrole i samopoštovanja, zadovoljstvu sobom i poslom, odanosti poduzeću, povećanju radnoga učinka i poboljšanju poslovnih rezultata.

U hrvatskom šumarstvu, nažalost, rezultati ispitivanja stavova i mišljenja visokoobrazovanih zaposlenika HŠ d.o.o. upućuju na nepovoljno stanje organizacijske kulture u državnom poduzeću za gospodarenje šumama i šumskim zemljištem. Naime, svi ispitivani elementi, organizacijske značajke, upravljačka praksa, donošenje odluka i prioriteta, zapreke i prednosti u upravljanju i rukovođenju, značajke i tip vodstva, te druge propitivane sastavnice upozoravaju na potrebu promjene i unapređenja poslovne kulture u HŠ d.o.o. Tako, na primjer, nalazi istraživanja govore o normiranim pravilima, strogoj hijerarhiji i birokratskom načinu funkcioniranja kao glavnoj značajki Društva. Više od dvije trećine ispitanika pritom smatra da je proces odlučivanja centraliziran i da se odvija kao politička borba. Kao glavni čimbenici odlučivanja nisu prepoznati profesionalni i etički standardi poslovanja tvrtki, kao ni tržišno poslovanje i konkurencija roba i usluga. Oko 90 % ispitanika smatra da je prevelika birokracija najveća zapreka primjerenoj upravljačkoj praksi u HŠ d.o.o., a

55 % ih drži da nisu poticani na timski rad i suradnju. Samo 17 % ispitanika smatra da vodstvo brzo i učinkovito rješava ključne probleme poduzeća i tek 18 % da osobno može utjecati na donošenje odluka.

U svjetlu takvih rezultata kao pozitivnu stvar treba istaknuti da je u hrvatskom šumarstvu ipak u određenoj mjeri prepoznata važnost fenomena organizacijske kulture i da postoji svijest o njegovoj ulozi. Navedeno pokazuje pokrenuti znanstvenoistraživački projektni zadatak HŠ d.o.o. (za razdoblje od 2011. do 2015. godine) koji ima za predmet ispitivanje i razvoj organizacijske kulture. Cilj je projekta utvrditi značajke, tip i snagu organizacijske kulture te istražiti kako njezini elementi utječu na učinkovitost tvrtke iskazanu nizom objektivnih i subjektivnih pokazatelja. Kao jedan od rezultata projekta namjeravaju se izraditi smjernice za poboljšanje učinkovitosti i unapređenje poslovanja.

Ovo je preliminarno istraživanje nastavak istraživanja započetih 2006. godine i označava početak sustavnoga rada na istraživanju organizacijske kulture. Rezultati ispitivanja i njihova analiza pružaju jasniju sliku o percepcijama koje zaposlenici imaju u svezi s organizacijskom kulturom u poduzeću. Pokušni izvještaj ovakve vrste može biti dobar temelj za planiranje strategija i akcija za sve razine uprave u šumarskom poduzeću. Rezultati pokazuju da su poboljšanja moguća i da u podizanju razine kulture postoji prostor za unapređenje hrvatskoga šumarstva.

U šumarskom poduzeću, koje se nalazi u fazi restrukturiranja, organizacijska kultura može značajno utjecati na unapređenja poslovnoga upravljanja. Uz modernizaciju organizacijske strukture, korporativnoga upravljanja i unapređenje radnih procesa organizacijska kultura, zbog ciljeva gospodarske, ekološke i socijalne učinkovitosti tvrtke, može poslužiti kao važna poluga u unapređenju poslovanja. U tom smislu organizacijska kultura i razvoj menadžerskoga stila koji je više naklonjen participativnomu donošenju odluka, odgovornim i izazovnim radnim zadacima te razvoju dobrih grupnih odnosa trebaju biti moderno oruđe za unapređenje poslovnoga procesa, podizanje motivacije zaposlenika te kvalitete proizvoda i usluga u poduzeću.

6. Literatura – References

- Deshpandé, R., J. U. Farley, 2004: Organizational culture, market orientation, innovativeness, and firm performance: an international research odyssey. *International Journal of Research in Marketing*, 21(1): 3–22.
- Gregory, B. T., S. G. Harris, A. A. Armenakis, C. L. Shook, 2009: Organizational culture and effectiveness: a study of values, attitudes, and organizational outcome. *Journal of Business Research*, 62(7): 673–679.
- Handy, C. B., 1986: *Understanding organizations*. Penguin books, Harmondsworth.
- Harris, L. C., G. Metallinos, 2002: The fact and fantasy of organizational culture management: a case study of Greek food retailing. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 9(4): 201–213.
- Kemp, S., L. Dwyer, 2001: An examination of organisational culture — the Regent Hotel, Sydney. *International Journal of Hospitality Management*, 20(1): 77–93.
- Kwantes, C. T., C. A. Boglarsky, 2007: Perceptions of organizational culture, leadership effectiveness and personal effectiveness across six countries. *Journal of International Management*, 13(2): 204–230.
- Landekić, M., 2010: Organizacijska kultura i sigurnost pri radu u hrvatskom šumarskom sektoru. *Šumarski list*, 134 (11–12): 613–622.
- MacIntosh, E. V., A. Doherty, 2010: The influence of organizational culture on job satisfaction and intention to leave. *Sport Management Review*, 13(2): 106–117.
- Martinić, I., V. Vondra, M. Šporčić, 2007: Development of a new concept for improvement of forest techniques in Croatia – Areas of possible contributions. *Croat. j. for. eng.*, 28(1): 47–55.
- Martinić, I., M. Šporčić, V. Vondra, 2006: Inovacijski procesi kao ključ provedbe Hrvatske šumarske politike. *Glasnik za šumske pokuse*, pos. izdanje, 5: 703–715.
- Petz, B., F. Šulak, 1991: *Psihologija u robnom prometu*. Školska knjiga, Zagreb.
- Schein, E. H., 1985: *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schein, E. H., 1990: Organizational culture. *American Psychologist*, 45: 109–119.
- Smircich, L., 1983: Concepts of culture and organizational analysis. *Administrative science quarterly*, 28: 339–358.
- Stock, G. N., K. L. McFadden, C. R. Gowen, 2007: Organizational culture, critical success factors, and the reduction of hospital errors. *International Journal of Production Economics*, 106(2): 368–392.
- Sušanj, Z., 2005: *Organizacijska klima i kultura*. Naklada Slap, Jastrebarsko, 162 str.
- Šporčić, M., A. Sabo, 2002: Ozljeđivanje radnika u hrvatskom šumarstvu tijekom razdoblja 1991–2000. *Šum. list*, 126, (5–6): 261–271.
- Šporčić, M., I. Martinić, M. Landekić, M. Lovrić, 2009: Measuring efficiency of organisational units in Forestry by nonparametric model. *Croat. j. for. eng.*, 30(1): 1–13.
- Šporčić, M., M. Landekić, M. Lovrić, S. Bogdan, K. Šegotić, 2010: Višekriterijsko odlučivanje kao podrška u gospodarenju šumama – modeli i iskustva. *Šumarski list*, 134(5–6): 275–286.
- Tsui, A. S., Z. X. Zhang, H. Wang, K. R. Xin, J. B. Wu, 2006: Unpacking the relationship between CEO leadership behavior and organizational culture. *The Leadership Quarterly*, 17(2): 113–137.

Williams, A., P. Dobson, M. Walters, 1989: Changing culture: new organizational approaches. Institute of personal management IPM, London.

Yilmaz, C., E. Ergun, 2008: Organizational culture and firm effectiveness: an examination of relative effects of culture traits and the balanced culture hypothesis in an emerging economy. *Journal of World Business*, 43(3): 290–306.

Žugaj, M., B. Bojanić-Glavica, R. Brčić, J. Šehanović, 2004: Organizacijska kultura. TIVA Tiskara Varaždin.

* Ekonomski leksikon, Leksikografski zavod »M. Krleža«, Zagreb, 1995.

Abstract

Information on Organizational Culture in Croatian Forestry

This paper reports on the research of organizational culture in Croatian Forests Ltd. The employees of Croatian Forests Ltd. were questioned about comprehensive management and business issues in the company. The research was focused on examining the current state of organizational culture in the state forestry company. The questionnaire on the attitudes of employees covered 49 forestry office managers within the company. The survey covered their views on organizational features, management practice, process of decision making and setting priorities in the company, obstacles and advantages in management, as well as other indicators of organizational culture. The results of research point to an adverse situation and the need to change and improve the organizational culture. Approximately two thirds of employees consider standardized rules, a strict hierarchy and bureaucratic way of functioning as a major company feature. The aim is to provide information about the organizational culture in Croatian forestry, raise the forestry profession awareness about the importance and role of the organizational culture, and to highlight the need to encourage and develop a culture as an important advantage. The findings and reports of the research can represent an objective starting point in designing strategies for improving management practices of the company.

Keywords: forestry, organizational culture, management and leadership, business improvement

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Doc. dr. sc. Mario Šporčić
e-pošta: sporcic@sumfak.hr
Matija Landekić, dipl. inž.
e-pošta: mlandekic@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

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

Zvonimir Anić
e-pošta: zvonimir.anic@t-com.hr
Dubrovačka 36
HR-10 310 Ivanić-Grad

Primljeno (Received): 8. 9. 2010.
Prihvaćeno (Accepted): 7. 12. 2010.

Značajke kore podravske crne johe

Igor Stankić, Saša Kovač, Tomislav Poršinsky

Nacrtak – Abstract

Kora je vanjski omotač drveta koju čine vanjski i unutrašnji dio. Od svih značajki kore najveću pozornost zauzima njezina debljina i udio u obujmu stabala i izrađenoga obloga drva. U procesu pridobivanja drva, prilikom preuzimanja izrađene tehničke oblovine, 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 crne johe s obzirom na: 1) udjel kore u obujmu stabla, 2) udjel kore ovisno o relativnoj visini stabla te 3) ovisnost dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva.

Istraživanje je provedeno u gospodarskoj jedinici »Đurđevačka Bilogora«, u sastojini privatnoga šumovlasnika nastaloj pošumljavanjem.

Uzorkom je obuhvaćeno 35 primjernih stabala crne johe, po 5 u svakom debljinskom stupnju, od 7,5 cm do 37,5 cm. Utvrđivanje je obujma primjernih stabala provedeno metodom sekcioniranja.

Istraživanja su značajki kore crne johe pokazala:

- ⇒ porastom prsnoga promjera udio se kore u obujmu krupnoga drva stabla eksponencijalno smanjuje od 23,6 % (debljinski razred 7,5 cm) do 16,4 % (debljinski razred 37,5 cm),
- ⇒ porastom relativne visine stabla (h/H) udio se kore linearno povećava od 17,8 % (pridanak) do 21,8 % (vrh stabla),
- ⇒ porastom promjera obloga drva s korom dvostruka debljina kore eksponencijalno se povećava od 0,9 cm (7 cm) do 2,7 cm (37 cm).

Rezultati provedenoga istraživanja otkrili su potrebu za:

- ⇒ daljnjim istraživanjem ovisnosti dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva s korom komercijalnih vrsta drva – čime bi se osigurala nepristranost između kupaca i prodavatelja,
- ⇒ korištenjem mogućnosti (ugradnjom u propisnost) odbijanja kore na tehničkoj oblovinu s obzirom na udjel kore u obujmu ovisno o debljini oblovine s korom (što je u suglasju s normom HRN EN 1309–2:2006) – čime bi se osigurala racionalizacija proizvodnje, odnosno krajnjega proizvoda.

Ključne riječi: debljina kore, crna joha, preuzimanje drva

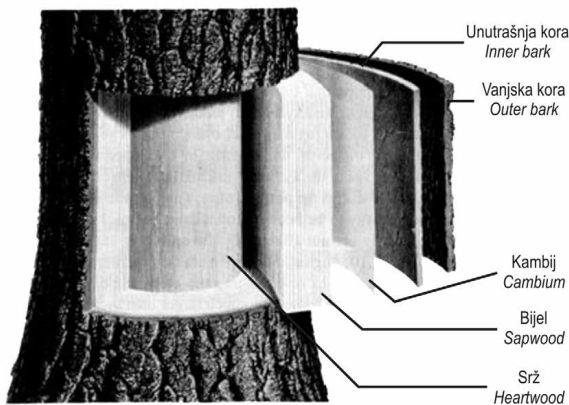
1. Uvod i problem – Introduction and problem of research

Kora je vanjski omotač drveta, a sastoji se od dva dijelova (slika 1), vanjskoga i unutrašnjega (JUS/HRN D.B0.020 1969). Vanjska je kora (lub, pluto) vanjski mrtvi zaštitni dio, a proteže se od vanjskoga dijela unutrašnje kore pa do periferije poprečnoga presjeka drveta. Unutrašnja je kora (floem, feloderm i felogen) unutrašnji živi dio kore koji obavlja fiziološko-zaštitnu funkciju, a proteže se od kambija pa do unutrašnjega dijela vanjske kore.

Poznate su razlike između unutrašnjega i vanjskoga dijela kore. Kod unutrašnjega dijela kore, koji

sadrži više vode i koji obavlja fiziološke funkcije, debljina se ne mijenja značajno u longitudinalnom smjeru (Smith i Kurucz 1969), što nije slučaj s vanjskim dijelom kore čija je debljina promjenjiva uzduž debla, odnosno stabla, te se smanjuje od tla prema vrhu.

Upotreba je kore vrlo stara. Već u pretpovijesno doba kora je služila za štavljenje kože i za bojenje. Kora se nekih vrsta stabala upotrebljava i danas za štavljenje kože, za dobivanje taninskoga ekstrakta, kao bojilo za kožu, vunu i svilu, u medicinske svrhe te za dobivanje pluta i lika (Benić 1983). U novije doba koru rabimo kao sirovinu za proizvodnju drvenih ploča u građevinarstvu, a mljevenu (usitnjenu)



Slika 1. Presjek tvrdih listača
Fig. 1 Crosscut of hardwoods

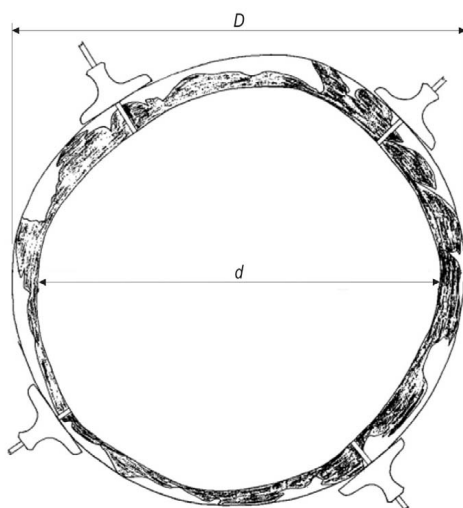
koru u rasadničarstvu te hortikulturi kao pokrov tla koji sprječava isušivanje i raspucavanje tla, odnosno rast korova.

Od različitih je značajki kore (reljef, konzistencija, boja, tvrdoća i debljina) najvažnija njezina debljina. Ona je tanja na mlađim, a deblja na starijim dijelovima stabla (Klepac 1983). Kako navodi Klepac,

⇒ debljina je kore važna pri izračunu obujma izrađenoga drva te utvrđivanju otpada i vrijednosti drva

⇒ udio kore u obujmu stabla ovisi u prvom redu o prsnom promjeru i vrsti drveća.

Debljina se kore može izraziti pomoću faktora kore (izraz 1, Mesavage 1969), tj. kao odnos promjera



Izvor – Source: Mesavage (1969)

Slika 2. Odnos promjera s korom i promjera bez kore
Fig. 2 Relation of diameter inside and over the bark

bez kore i promjera s korom (slika 2). Faktor je kore promjenjiv s obzirom na dob stabla, bonitet staništa, vrstu drva i visinu stabla. Njegove se vrijednosti kreću od 0,87 do 0,93. Vrijednosti faktora kore služe za izračun postotnoga udjela kore u obujmu stabla, odnosno obujmu izrađenoga drva (izraz 2, Meyer 1946).

$$f_k = \frac{d}{D} \quad (1)$$

$$p_k = \left(1 - \frac{s^2}{D^2}\right) \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

gdje su:

- f_k faktor kore
- p_k udjel kore
- d promjer bez kore
- D promjer s korom.

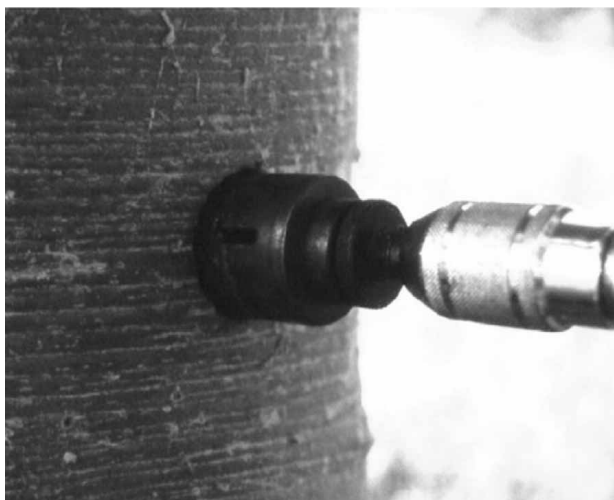
Istraživanja kore u svijetu i u Hrvatskoj započela su sredinom prošloga stoljeća kada su najveću pozornost istraživača zaokupile vrste deblje kore. Debljina je kore istraživana s dvaju stajališta: 1) uređivanja šuma – rasta i prirasta (Božić i dr. 2007, Klepac 1957, 1958, 1972) i 2) pridobivanja drva (Bojanin 1966a, 1966b, 1972, Krpan 1986, Perković 2010, Prka 2004, Poršinsky i Vujeva 2007, Šušnjar 2001).

Nepravilnosti koje se pojavljuju kod kore na drvu postavile su uvjet za usustavljenjem izmjera kore (Meyer 1946). Valja napomenuti da su mjerenja kore iznimno zahtjevna s obzirom na preciznost izmjere.

Debljina se kore može utvrđivati neposredno ili posredno (Brack 1999). Neposredna je izmjera moguća na srušenim stablima, na krajevima izrađenih sortimenata ili pak na uzorcima kore, dok posredna izmjera pretpostavlja utvrđivanje debljine kore na dubecim stablima (najčešće u prsnoj visini). Neposredna se izmjera obavlja uzimanjem uzoraka kore, najčešće sjekiricom, odnosno upotrebom bušilice s odgovarajućim nastavkom – krunskom pilom (slika 3, Williams i dr. 2007). Prilikom takva načina uzimanja uzoraka valja imati na umu moguće deformacije debljine kore, što u konačnici daje manje vrijednosti izmjere.

Nasuprot tomu, pri procjeni debljine kore na dubecim stablima sonda prodire kroz koru do drva te je potrebna velika vještina pri takvu načinu utvrđivanja debljine kore da bi se prepoznao trenutak kada sječivo ili sonda dosegnu drvo (slika 4).

Kora ima posebnu važnost u procesu proizvodnje drvnih sortimenata, tj. pri sječi i izradbi te transportu drva. Vanjsko lice kore služi za utvrđivanje vrste drveta za vrijeme kad stabla nisu pod listom. Njezina tvrdoća i debljina nisu bez značenja prilikom rušenja stabala. Vanjsko lice kore može poslužiti



Slika 3. Krunska pila za uzimanje uzoraka kore (Williams i dr. 2007)

Fig. 3 Hole-saw used for bark sampling (Willoams et al. 2007)



Slika 4. Švedski instrument za mjerenje kore

Fig. 4 Swedish bark gauge

ti za utvrđivanje stupnja zdravlja stabla i pravilnosti njegove unutrašnje građe, pa i tehničkih svojstava – truleži, unutrašnjih povreda, pravosti i usukanosti žice te cjepljivosti (Vidaković 1983).

Pri sječi i izradbi drva, zbog preuzimanja drva (mjerenje, razredba, preuzimanje) s obzirom na propisani način obvezno se pojavljuje otpad. Otpad se može razlučiti na pravi otpad i na gubitke. Pravi otpad čine neizrađeni dijelovi krupnoga drva stabala, promjera >7 cm s korom, koji se nisu zbog različitih razloga izradili (prelomljeni dijelovi) ili preuzeli (nestandardne dimenzije). U gubitke obujma zbog propisanoga načina mjerenja (JUS/HRN D.B0.022 1984, ali i HRN EN 1309-2:2006) ubraja se zaokruživanje srednjega promjera na puni centimetar na niže, zaokruživanje duljine na puni decimetar na

niže, odbici dvostruke debljine kore na tehničkoj oblovinu, te propisani Huberov izraz pri procjeni obujma koji ne uzima u obzir koničnost izrađene oblovine (Poršinsky i Vujeva 2007).

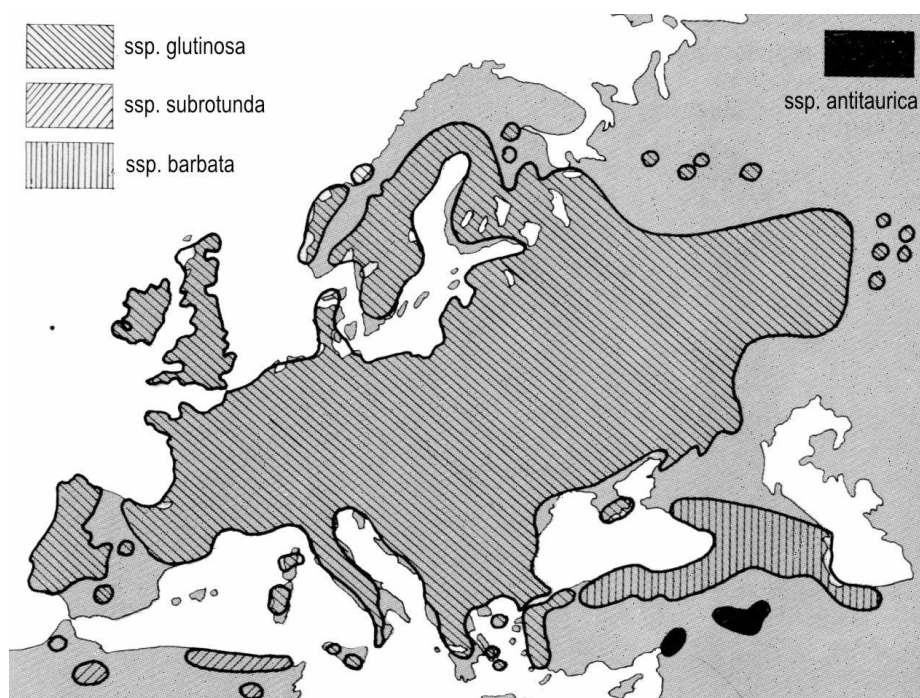
Imajući sve to na umu, može se reći da kora nije otpad, već gubitak (i to samo na tehničkoj oblovinu, gdje je promjer bez kore relevantan za određivanje dimenzija i razreda kakvoće), a norma HRN EN 1309-2:2006 predviđa tri mogućnosti redukcije promjera, odnosno obujma s korom: 1) određivanjem debljine kore na mjestu mjerenja, 2) prema ugovorom određenim specifikacijama, 3) primjenom odgovarajućih tablica debljine kore ili postotka udjela kore koje izdaje zemlja ponuđač drva. S operativnoga stajališta prvi je način nepraktičan i skup, drugi je način pod utjecajem pristranosti prodavatelja ili kupaca drva, a treći je zasnovan na istraživanju ovisnosti dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva s korom.

Radi provedbe preuzimanja drva, kao sastavnice pridobivanja drva na što ispravniji način, potrebno je dobro provesti planiranje i nadzor radova koji se odvijaju. U današnje vrijeme proces preuzimanja drva uključuje primjenu suvremenih informacijskih sustava koji, objedinjeni u cjelinu, pomažu provedbu pretpostavljene zadaće u odnosu na način koji se do nedavne informatizacije koristio pri pridobivanju drva. Današnji informacijski sustav koji se upotrebljava prilikom stavljanja obloga drva u promet (HŠPRO) razumijeva odbijanje dvostruke debljine kore sukladno prihvaćenim dvoulaznim tablicama odbitaka kore (Anon. 2000), čiji su ulazi: vrsta drva i promjer s korom. Te su tablice donesene zajedničkim usuglašavanjem prodavatelja i kupaca, šumarskih i drvoprerađivačkih stručnjaka, i nisu rezultat znanstvenih istraživanja. Iz toga razloga postoji potreba za daljnjim proučavanjem ove problematike.

Cilj je ovoga rada istražiti značajke kore crne johe s obzirom na: 1) udjel kore u obujmu stabla, 2) udjel kore ovisno o relativnoj visini stabla te 3) ovisnost dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

Crna je joha do 30 metara visoko drvo. Deblo je posve ravno, nerazgranjeno, izrazito do vrha krošnje, grane horizontalne, duge i tanke. Kora je debela u mladosti zelenkasto smeđa i glatka, poslije crnosmeđa i ljuskava. Crna je joha heliofit, ali na dobrom tlu može podnijeti i zasjenu sjene. Izrazito je drvo močvarnih terena, raste i na vlažnim i humusnim tlima. Melioracijom takvih terena smanjuju se njezine površine. Debla su ravna i daju velik postotak građevnoga drva. Prirast je intenzivan do 50. godine



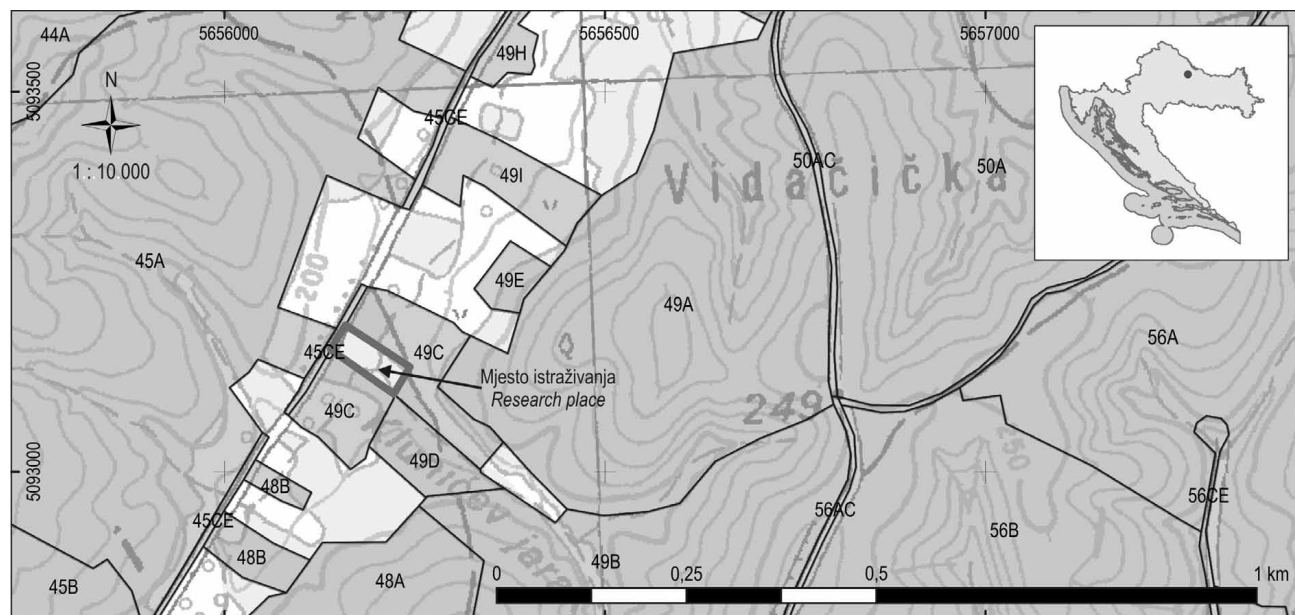
Slika 5. Rasprostranjenost crne johe (Fukarek 1983)

Fig. 5 Prevalence of Black Alder (Fukarek 1983)

(Fukarek 1983). Areal crne johe obuhvaća gotovo cijelu Europu (slika 5).

Šumske zajednice koje izgrađuje crna joha rastu u uvjetima još uvijek gotovo redovitih poplava ili pak stagnirajućih voda u kojima prevladavaju brojni

higrofiti. Sveza *Alnion glutinosae* obuhvaća močvarne šume razvijene u depresijama u kojima su glavne vrste drveća crna joha i poljski jasen (Vukelić i Rauš 1998). Isti autori navode glavne šumske zajednice ove sistematske jedinice:



Slika 6. Mjesto istraživanja

Fig. 6 Research place

- ⇒ šuma crne johe s dugoklasim šašem (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*),
- ⇒ šuma crne johe s trušljikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae*),
- ⇒ šuma poljskoga jasena s kasnim drijemovcem (*Leuicoio-Fraxinetum angustifoliae*),
- ⇒ šuma crne johe i poljskoga jasena sa sremzom (*Pruno-Fraxinetum angustifoliae*).

Vukelić i Rauš (1998) navode da postoji i opisana (Horvat 1938) srodna fitocenoza crnojohove šume s drhtavim šašem (*Carici brizoides-Alnetum glutinosae*) koja samo fragmentarno u sličnom flornom sastavu uspijeva u sjevernoj Hrvatskoj.

Istraživanje je značajki kore crne johe provedeno u Podravini (gospodarska jedinica »Đurđevačka Bi-logora« Šumarije Đurđevac), koja je poznata po crnojohovim šumama ne samo u nas nego i u svijetu.

U sklopu navedene gospodarske jedinice za istraživanje je odabrana sastojina privatnoga šumoposjednika (slika 6) zato što je u njoj bio prisutan širok raspon doznake stabala (od 5 do 40 cm prsnoga promjera). Radilo se o sastojini crne johe s drhtavim šašem (*Carici brizoides-Alnetum glutinosae* Ht. 1938), koja je podignuta pošumljavanjem (slika 7).



Slika 7. Istraživana sastojina
Fig. 7 Research stand



Slika 8. Metoda izmjere
Fig. 8 Measurement method

Tijekom sječe stabala u sastojini su izabrana primjerna stabla na kojima su obavljene izmjere. U svakom je debljinskom stupnju izabrano bilo po pet stabala. Svakomu je primjermu stablu izmjeren prsni promjer i visina stabla nakon njegova rušenja.

Nakon rušenja stabla okesano je drvo promjera <7 cm s korom (šumski ostatak) te se pristupilo izmjeri krupnoga drva stabla (drvo >7 cm promjera s korom) radi utvrđivanja obujma stabla. Primijenjena je metoda sekcioniranja tako što je krupno drvo stabla razdijeljeno na sekcije duljine 1 m. Duljina sekcija kod vršnih dijelova stabla, odnosno grana bila je promjenjiva i kretala se od 0,5 do 1 m rastući po 10 cm. Početak i završetak sekcija označavan je bijelom školskom kredom, a sredina sekcije plavom šumskom kredom. Na sredini svake sekcije mjerena su po dva unakrsno nasuprotna srednja promjera sekcije u centimetrima s točnošću na milimetar. S bočnih strana sekcije uzimana su sjekiricom po dva isječka kore čija se debljina mjerila pomičnim mjerilom s milimetarskom točnošću (slika 8). Osim navedenih podataka u

terenski obrazac upisivan je i podatak o udaljenosti sredine svake sekcije od panja radi daljnje raščlambe udjela kore na različitim visinama od tla.

Obujam (s korom i bez kore) svake pojedine sekcije izračunat je pomoću Huberova izraza, a njihovim zbrajanjem obujam pojedinoga stabla s korom, odnosno bez kore.

Udio kore u obujmu krupnoga drva stabla izračunat je prema izrazu 3, koji Bojanin (1966a) smatra mnogo preciznijim u odnosu na utvrđivanje udjela kore stabla na osnovi izmjere prsnoga promjera stabla te debljine kore u prsnoj visini stabla (izraz 2).

$$p_k = \frac{\sum v_{sk} - \sum v_{bk}}{\sum v_{sk}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

gdje su:

p_k udjel kore u obujmu stabla

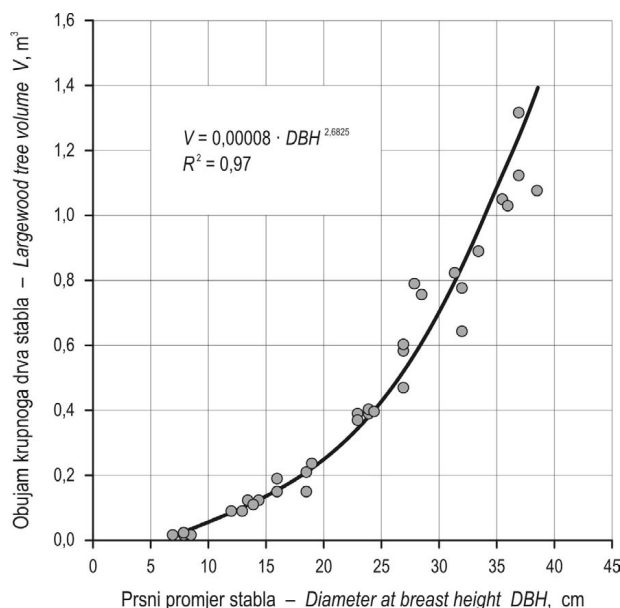
v_{sk} obujam sekcije s korom

v_{bk} obujam sekcije bez kore.

Opisana metoda izmjere primjernih stabala omogućila je provedbu sva tri zacrtana cilja istraživanja.

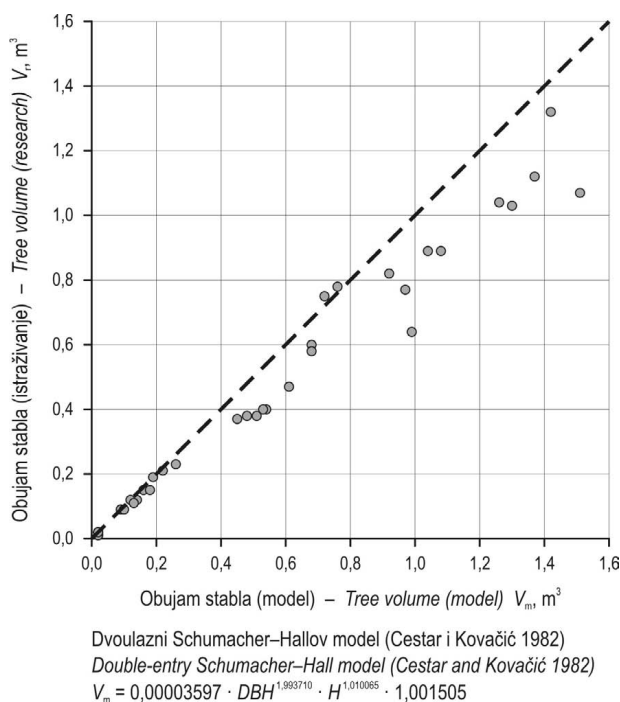
3. Rezultati s raspravom– Results with discussion

Sekcioniranjem uzorka od 35 primjernih stabala crne johe dobiven je ukupan obujam krupnoga drva od 19,52 m³ s korom, odnosno 16,24 m³ bez kore. Ovisnost obujma (>7 cm s korom) o prsnom promjeru primjernih stabala izjednačena je regresijskom



Slika 9. Ovisnost obujma o prsnom promjeru stabla

Fig. 9 Tree volume vs. diameter at breast height



Slika 10. Usporedba s dvoulaznim modelom procjene obujma

Fig. 10 Comparison with double-entry model of tree volume estimation

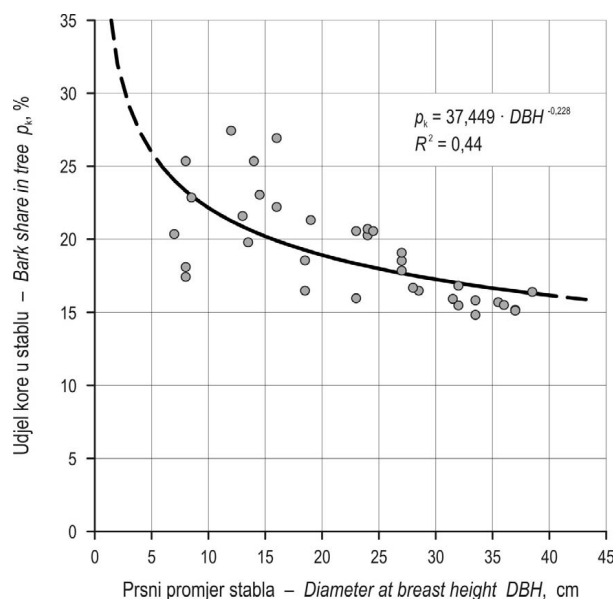
analizom eksponencijalnom krivuljom (slika 9), gdje je 97 % varijabilnosti obujma objašnjeno utjecajem prsnoga promjera stabla.

Usporedbom obujma krupnoga drva sekcioniranih primjernih stabala s prethodno objavljenim dvoulaznim modelom procjene obujma stabala crne johe (Cestar i Kovačić 1982) ustanovljeno je da dvoulazni model prosječno podcjenjuje za 17,7 % obujam primjernih stabala uzorka (slika 10). Navedeno je odstupanje značajno kod stabala >22,5 cm prsnoga promjera i posljedica je relativno maloga uzorka debljih primjernih stabala, odnosno utjecaja međudjelovanja njihova prsnoga promjera i visine na obujam krupnoga drva.

Prosječan udio kore 35 primjernih stabala iznosio je 16,8 % obujma krupnoga drva stabala crne johe.

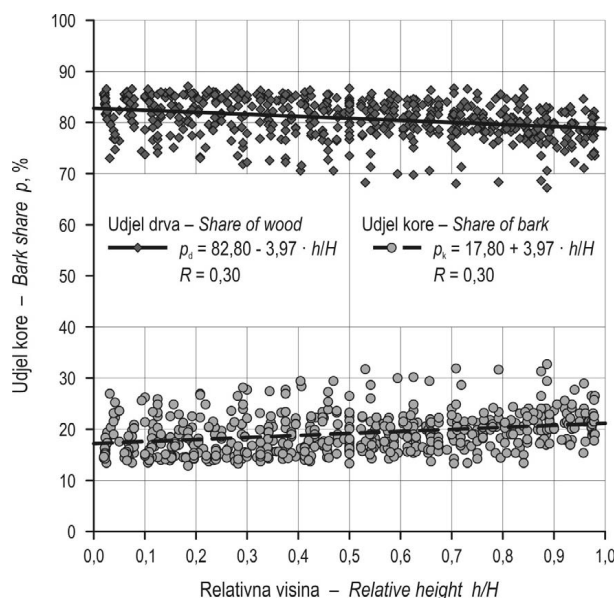
Ovisnost udjela kore o prsnom promjeru stabla izjednačena je padajućom eksponencijalnom krivuljom (slika 11), koja je pokazala smanjenje udjela kore porastom prsnoga promjera stabla u rasponu od 23,6 % (debljinski razred 7,5 cm) do 16,4 % (debljinski razred 37,5 cm).

Rezultati prethodnih istraživanja (Bojanin 1966a, 1966b, 1972) pokazuju da se debljina kore na stablu smanjuje s udaljenošću od tla, a ovisi o prsnom promjeru stabla i visini od tla. Isti autor, analizirajući debljinu kore na drvnim sortimentima jednaka srednjega promjera, ali izrađenih od stabala različitih prs-



Slika 11. Ovisnost udjela kore o prsnom promjeru stabla

Fig. 11 Bark share vs. diameter at breast height



Slika 12. Ovisnost udjela kore i drva o relativnoj visini

Fig. 12 Share of bark and wood vs. relative height

nih promjera (odnosno visina debla od tla), zaključuje da debljina kore najznačajnije ovisi o promjeru izrađene oblovinine. Navedenu tvrdnju potvrđuje ovisnost udjela kore i drva u poprečnom presjeku na određenim relativnim visinama stabla (slika 12). Porastom relativne visine stabla (h/H), odnosno padom promjera debla svih stabala uzorka (neovisno o prsnom promjeru stabla) udio se kore linearno povećava od 17,8 % (pridanak) do 21,8 % (vrh stabla) zbog blagoga pada faktora kore ($d/D = 0,93 - 0,87$).

Rezultate izmjere dvostruke debljine kore u ovisnosti o promjeru drva crne johe s korom prikazuje slika 13A. Ovisnost je izjednačena regresijskom analizom, rastućom eksponencijalnom krivuljom, koja 85 % varijabilnosti dvostruke debljine kore objašnjava utjecajem promjera obloga drva s korom. Posebno valja istaknuti da je krivulja izjednačenja pod utjecajem uzorka, tj. od ukupno 579 parova podataka (sekcija primjernih stabala) njih je 388 (67 %) <20 cm promjera, što je minimalni promjer za tehničku oblovinu mekih listača (HRN D.B4. 028). Isto tako, najveći promjer s korom izmjeren u ovom istraživanju iznosi 37 cm te se na osnovi ovoga istraživanja ne može pretpostaviti tijekom krivulje dvostruke debljine kore kod deblje oblovinine (može se očekivati da kod većih promjera postoji asimptota paralelna s apscisom). Svakako provedeno istraživanje treba proširiti radi utvrđivanja dvostruke debljine kore kod deblje oblovinine, što nalazi potvrdu u knjižicama doznake crnojohovih odjela na kraju ophodnje (70 godina) Šumarije Đurđevac gdje su prisutna stabla u debljinskim stupnjevima 62,5 (67,5) cm prsnoga promjera.

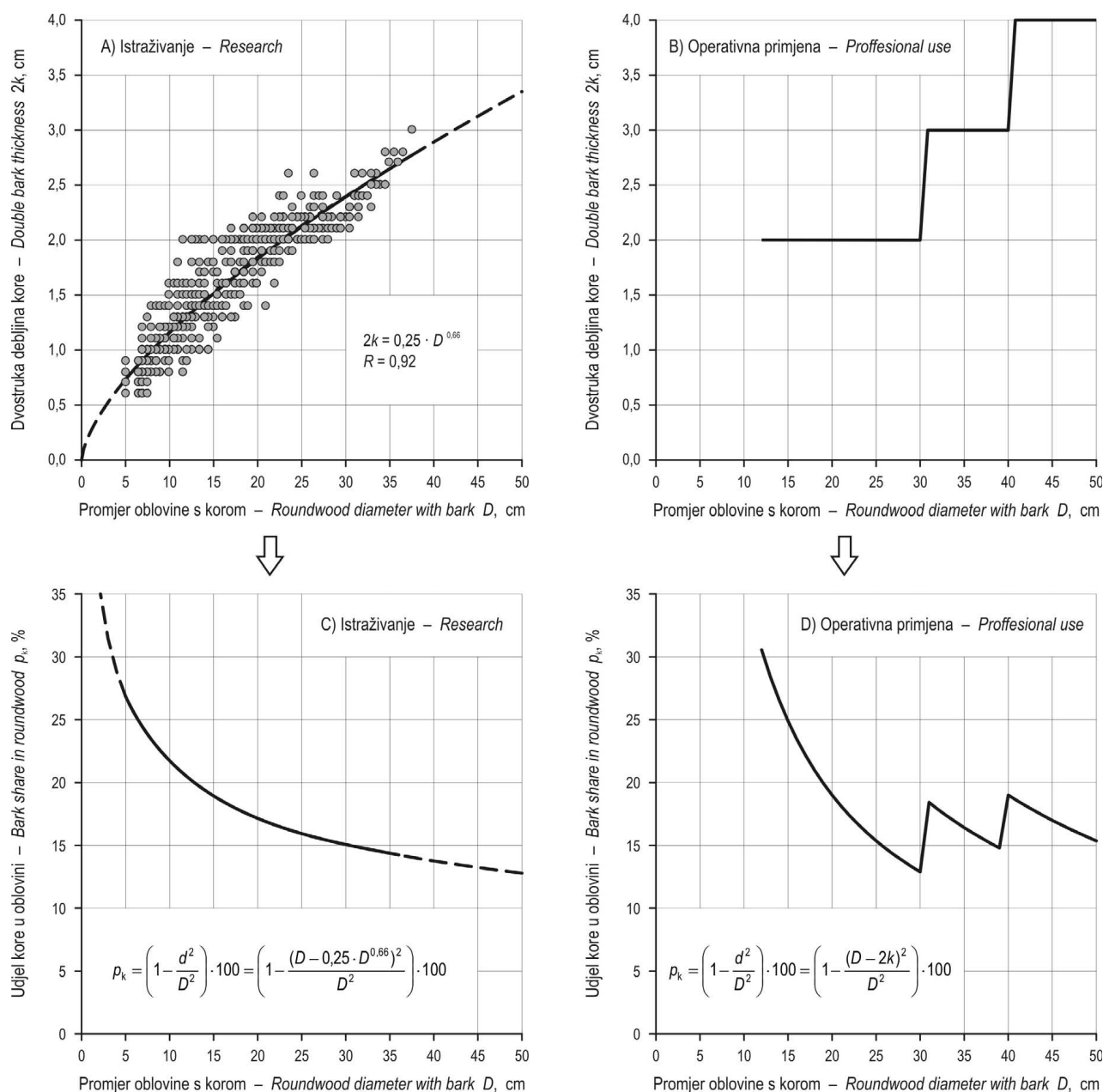
Uspoređujući operativne tablice odbitaka dvostruke debljine kore za crnu johu (isti se odbici primjenjuju za hrast lužnjak, nizinski brijest, bijelu vrbu, bijelu i crnu topolu te trepetljiku – slika 13B):

- ⇒ 2 cm za oblovinu promjera 12 cm do 30 cm,
- ⇒ 3 cm za oblovinu promjera 31 cm do 39 cm,
- ⇒ 4 cm za oblovinu promjera > 40 cm,

s vrijednostima »punih centimetara« krivulje izjednačenja ovisnosti izmjera dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva crne johe s korom (slika 13A), uočavaju se odstupanja koja se ogledaju u ovim odbicima dvostruke debljine kore:

- ⇒ 1 cm za oblo drvo promjera <9 cm,
- ⇒ 2 cm za oblo drvo promjera od 10 cm do 24 cm,
- ⇒ 3 cm za oblo drvo od 25 cm do 37 cm.

Korištenje odbitaka dvostruke debljine kore »na puni centimetar« radi izračuna obujma bez kore te stavljanja u promet tehničke oblovinine pod utjecajem je propisnosti mjerenja promjera tehničke oblovinine (na sredini duljine mjere se dva unakrsna promjera, koji se zaokružuju na puni centimetar na niže te se njihova aritmetička sredina isto tako zaokružuje na puni centimetar na niže), za koji Bojanin (1966a) navodi: »Pogrešno bi bilo, radi dobivanja drvne mase bez kore, odbijati dvostruku debljinu kore od izmjerenog promjera s korom. Tada se obično, da bi se dobio promjer bez kore, kora odbija zaokružena na cijele cm, a neto masa drva, koja se na taj način odredi, može biti znatno veća ili manja od stvarne mase. Te greške, izražene u postotku prema stvarnoj masi, veće su kod tanje nego kod deblje oblovinine.«



Slika 13. Ovisnost dvostruke debljine kore i udjela kore o promjeru obloga drva s korom

Fig. 13 Dependence of double bark thickness and bark share on roundwood diameter over the bark

Pristup odbitaka kore na »puni centimetar« koji se primjenjuje u hrvatskom šumarstvu (slika 13B) dovodi do pojave umjetnih »zubaca« u krivulji ovisnosti udjela kore o promjeru izrađene oblovinе s korom (slika 13 D). Navedenim pristupom (na primjeru crne johe, ali i hrasta lužnjaka, nizinskoga brijesta, bijele vrbe, bijele i crne topole te trepetljike) isti se postotak kore odbija, primjerice, oblovinі srednjega promjera 25 cm, 38 cm i 50 cm. Nastalu situaciju, tj. umjetne gubitke, svakako treba promatrati kroz vrijednost, odnosno kakvoću drva, koja je određena

najmanjim dimenzijama i rasponom dopuštenih grešaka na drvu i u drvu, ali i debljinskim razredima oblovinе unutar istoga razreda kakvoće drva.

S druge strane, norma »Oblo i piljeno drvo: Metoda mjerenja dimenzija – 2. dio: Oblo drvo« HRN EN 1309–2:2006 dopušta korištenje »odgovarajućih tablica debljine kore ili postotka učešća kore izdanih od strane zemlje ponuđača drva« (slika 13C), čime je otvoren put racionalizaciji proizvoda u odnosu na dosadašnji način preuzimanja tehničke oblovinе.

4. Zaključak – Conclusion

Netko će pomisliti da je cijeli uradak posvećen »igri« ili manipulaciji (na primjeru crne johe) s jednim centimetrom ili milimetrom, što je na razini jednoga drvnoga sortimenta zanemarivo. Međutim, u šumarstvu je prisutan zakon velikih brojeva (posljednje dvije godine poduzeće Hrvatske šume d.o.o. Zagreb prosječno preuzme oko 3 950 000 komada tehničke oblovine), gdje jedan centimetar ili milimetar u konačnici predstavlja značajnu količinu drva (ali i vrijednosti – u kontekstu vrste drva, razreda kakvoće i debljinskoga razreda obloga drva).

Posebno valja istaknuti potrebu za:

- ⇒ daljnjim istraživanjem ovisnosti dvostruke debljine kore o promjeru obloga drva s korom komercijalnih vrsta drva – čime bi se osigurala nepristranost između kupaca i prodavatelja,
- ⇒ korištenjem mogućnosti (ugradnjom u propisnost) odbijanja kore na tehničkoj oblovinu s obzirom na udjel kore u obujmu ovisno o debljini oblovine s korom (što je u suglasju s normom HRN EN 1309–2: 2006) – čime bi se osigurala racionalizacija proizvodnje, odnosno krajnjega proizvoda.

Navedenim bi se osigurala racionalizacija (skup postupaka za postizanje ušteda u poslovanju) jednoga dijela šumarske proizvodnje, koja je u današnje vrijeme svakako dobrodošla.

5. Literatura – References

Anon., 2009: Opis gospodarske jedinice. Osnova gospodarenja gospodarskom jedinicom »Đurđevačka Bilogora« 2009–2018. Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma podružnica Koprivnica, Hrvatske šume d.o.o., Koprivnica, 74 str.

Benić, R., 1983: Kora / Upotreba kore. Šumarska enciklopedija, Z. Potočić (ur.), Jugoslavenski leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 281–281.

Bojanin, S., 1966a: Učešće kore kod jelove oblovine raznih debljina i njen odnos prema debljini stabala od kojih oblovinu potječe. Drvna industrija, 17(11–12): 187–195.

Bojanin, S., 1966b: Debljina kore na raznim visinama od tla kod jelovih stabala. Drvna industrija, 17(4–5): 76–85.

Bojanin, S., 1972: Debljina i postotak kore oblovine poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Wahl.). Šumarski list, 96(7–8): 267–277.

Božić, M., J. Čavlović, M. Vedriš, M. Jazbec, 2007: Modeliranje debljine kore stabala obične jele (*Abies alba* Mill.). Šumarski list, 131(1–2): 3–12.

Brack, C., 1999: »Forest Measurement and Modelling«, Department of Forestry, Australian National University, Canberra, Australia. <<http://fennerschool-associated.anu.edu.au/mensuration/index.htm>> (Pristupljeno 2. 7. 2010.)

Cestar, D., Đ. Kovačić, 1982: Tablice drvnih masa crne johe i bagrema. Radovi, 49: 149 str.

Fukarek, P., 1983: Johe i jošice / Crna joha. Šumarska enciklopedija, Z. Potočić (ur.), Jugoslavenski leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 197–198.

HRN EN 1309–2:2006: Oblo i piljeno drvo: Metoda mjerenja dimenzija – 2. dio: Oblo drvo, str. 1–15.

Johnson, T. S., G. B. Wood, 1987: Simple linear model reliably predicts bark thickness of radiata pine in the Australian capital territory. Forest Ecology and Management, 22(3–4): 173–183.

JUS/HRN D.B0.020, 1969: Dijelovi stabla, građa i karakteristike drveta. Terminologija i definicije. Savezni Zavod za standardizaciju, Službeni list SFRJ, 6: 1–4.

JUS/HRN D.B0.022, 1984: Razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drveta. Proizvodi eksploatacije šuma. Savezni Zavod za standardizaciju, Službeni list SFRJ, 62: 4 str.

Klepac, D., 1957: Istraživanja o debljini kore u šumama hrasta lužnjaka i kitnjaka. Šumarski list, 81(3–4): 90–106.

Klepac, D., 1958: Funkcionalni odnos između debljine kore i prsnog promjera za naše važnije listopadno drveće. Šumarski list, 82(7–9): 251–267.

Klepac, D., 1972: Istraživanja o debljini i volumenu jelove kore u različitim fitocenozama. Glasnik za šumske pokuse, 16: 105–122.

Klepac, D., 1983: Kora / Volumen kore. Šumarska enciklopedija, Z. Potočić (ur.), Jugoslavenski leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 278–278.

Kovač, S., 2010: Kora crne johe (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.) s gledišta pridobivanja drva. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 23 str.

Krpan, A. P. B., 1986: Kora bukve sa stanovišta eksploatacije šuma. Zbornik savjetovanja »Kolokvij o bukvi«, Velika – Požega, 22–24. 11. 1984, str. 77–88.

Laasasenaho, J., T. Melkas, S. Aldén, 2005: Modelling bark thickness of *Picea abies* with taper curves. Forest Ecology and Management, 206(1–3): 35–47.

Mesavage, C., 1969: Measuring Bark Thickness. Journal of Forestry, 67(10): 753–754.

Meyer, H. A., 1946: Bark volume determination in trees. Journal of Forestry, 44(12): 1067–1070.

Perković, Ž., 2010: Kakvoća bukovih stabala i sortimenata u prebornim šumama Gorskog kotara. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 84 str.

Poršinsky, T., J. Vujeva, 2007: Gubici obujma izrađene smrekove oblovine zbog propisanoga načina izmjere. Nova mehanizacija šumarstva, 28: 37–47.

Posarić, D., 2007: Vodič za revirničke poslove s primjerima iz spačvanskih nizinskih šuma. Zagreb, 231 str.

Prka, M., 2004: Debljina kore obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u sječinama Bjelovarske Bilogore. Šumarski list, 128(7–8): 391–403.

Smith, J. H. G., J. Kurucz, 1969. Amounts of bark potentially available from some commercial trees of British Columbia. University of British Columbia, Faculty of Forestry, Mimeo, 8 str.

Šušnjar, M., 2001: Neke značajke kakvoće stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) u gospodarskoj jedinici »Belevine« Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zalesina. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 156 str.

Vidaković, M., 1983: Kora / Morfologija. Šumarska enciklopedija, Z. Potočić (ur.), Jugoslavenski leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 277–278.

Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 310 str.

Williams, V. L., E. T. F. Witkowskia, K. Balkwillia, 2007: Relationship between bark thickness and diameter at breast height for six tree species used medicinally in South Africa. *South African Journal of Botany*, 73(3): 449–465.

Abstract

Bark Features of Black Alder from Podravina

Bark is the outer layer of the tree made of its inside and outside part. Out of all bark features, the most important is its thickness and share in volume of trees and processed logs. In the process of timber harvesting, during scaling of processed logs, in Croatian forestry, two-entry tables are used (wood species and diameter over the bark) for deduction of double bark thickness that are not the result of scientific research.

The aim of this paper is to investigate bark features of black alder with respect to: (1) bark share in tree volume, (2) bark share depending on relative tree height and (3) dependence of double bark thickness on diameter over the bark.

The research was carried out in the Management Unit »Đurđevačka Bilogora«, in the private stand generated by afforestation.

The sample involved 35 model trees of black alder, 5 in each thickness class, from 7.5 cm to 37.5 cm. The determination of the volume of model trees was carried out by the sectioning method.

The research of bark features of black alder has shown as follows:

- ⇒ *By the increase of DBH, bark share in the volume of large-wood decreases exponentially from 23.6 % (7.5 cm DBH) to 16.4 % (37.5 cm DBH)*
- ⇒ *By the increase of the relative tree height (h/H), the bark share increases linearly from 17.8 % (butt) to 21.8 % (top of the tree),*
- ⇒ *By the increase of diameter over the bark, double bark thickness increases exponentially from 0.9 cm (7 cm) to 2.7 cm (37 cm),*

The results of research have indicated the need to:

- ⇒ *Make further research of the dependence of double bark thickness on the diameter over the bark of commercial wood species – and thus provide impartiality between buyers and sellers,*
- ⇒ *Use the possibility (by incorporating it into applicable laws) of deducting the bark on logs with respect to the share of bark in the volume depending on diameter over the bark (which is in accordance with the Croatian norm HRN EN 1309–2:2006) – and thus provide the rationalization of production and final products, respectively.*

Keywords: bark thickness, Black Alder, timber scaling

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Dr. sc. Igor Stankić
e-pošta: stankic@sumfak.hr
Izv. prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky
e-pošta: porsinsky@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR–10 000 Zagreb

Saša Kovač, dipl. inž. šum.
Planinska 79a
HR–48 350 Đurđevac

Primljeno (Received): 15. 10. 2010.
Prihvaćeno (Accepted): 7. 12. 2010.

Utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvesterera

Dinko Vusić, Nikola Rukavina

Nacrtač – Abstract

U radu su prikazani rezultati istraživanja strojne sječe i izradbe drva harvesterom Timberjack 870 u šumskoj kulturi crnoga bora s posebnim naglaskom na utjecaj rašljivosti stabala na proizvodnost rada.

Utrošci su vremena snimljeni kronometrom, povratnom metodom i pridruženi prsnim promjerima posječenih i izrađenih stabala.

Na posebnom je uzorku stabala mjerena dimenzija izrađenoga drva radi transformacije praćene jedinice mjerenja (prсни promjer stabla) u neto obujam. Ovisnost neto obujma o prsnom promjeru stabla istražena je regresijskom analizom.

Utrošci su vremena pojedinih radnih zahvata svrstani u tri jasno odvojene sastavnice: kretanje vozila, sječa stabla, izradba drva.

Provedena je regresijska analiza ovisnosti utrošaka vremena radnih sastavnica o neto obujmu stabla, pri čemu za kretanje vozila i sječu stabla nije utvrđena ovisnost, dok je za izradbu utvrđena srednja ovisnost. Parovima podataka neto obujma stabala (v_{net}) i utrošaka vremena za izradbu (t_i) pridružene su kvalitativne varijable pravosti/rašljivosti stabala te je provedena multipla regresijska analiza uz jaku korelaciju podataka ($R = 0,5964$).

Konstruiran je model proizvodnosti oblika: $V_h = (60 * v_{net}) / 1,26 * (t_o + t_s + t_i)$ [m^3/h], s preuzetim faktorom dodatnoga vremena (26 % od efektivnoga vremena) iz prethodnih istraživanja (Krpan i Poršinsky 2002). Utrošci su vremena kretanja vozila i sječe stabala medijane snimljenih podataka.

Primjenom je modela ustanovljeno smanjenje proizvodnosti zbog rašljivosti stabala u rasponu od 70 % za stabla prsnoga promjera 10 cm do 50 % za stabla promjera 40 cm u odnosu na pravna stabla istoga prsnoga promjera.

Ključne riječi: strojna sječa, harvester Timberjack 870, proizvodnost, rašljivost stabla

1. Uvod – Introduction

Sustav mehaniziranoga pridobivanja kratkoga drva zasniva se na skupnom radu jednozahvatnoga harvesterera i forvardera usklađenih proizvodnih mogućnosti (Krpan i Poršinsky 2002). Harvester siječe stabla i izrađuje ih u sortimente kojima pri izradi mjeri i evidentira dimenzije te ih slaže u hrpe. Tako uhrpane sortimente forvarder izvozi na pomoćno stovarište.

Primjena harvesterera u našim je šumama ograničena njihovim pretežno prirodnim podrijetlom, vrstom drveća i dimenzijama stabala, makroreljefom i mikroreljefom, metodama uzgajanja i uređivanja šuma te višim jediničnim troškovima u odnosu na ručno-strojni rad zbog višestruko veće nabavne cijene osnovnoga sredstva, nedovoljne količine raspoloživoga drva za sječu i izradu koncentriranoga na užem šumskom području i dostatne ponude relativno jeftine radne snage za ručno-strojnu sječu i izradu (Krpan i Poršinsky 2001).

Krpan i Poršinsky (2001) predviđaju uspješnu primjenu harvesterera pri proredama i čistim sječama u šumskim kulturama četinjača, u plantažama brzorastućih vrsta listača, čistim johovim i jasenovim sastojinama i prorednim bjelogoričnim sastojinama, dok upotrebu u prebornim šumama, ponajprije zbog načina gospodarenja i sječne dimenzije stabala, smatraju upitnom.

Slunjski i Bedeković (2003) na osnovi debljinske strukture plana sječa »Hrvatskih šuma« d.o.o Zagreb za 2003. godinu (bruto etat 4 100 000 m^3), uz uvjet da u doznaci pojedinoga odjela nema stabla

prsnoga promjera većega od 40 cm, dolaze do spoznaje da je harvesterom moguće posjeći 25 % godišnjega etata.

Proizvodnost se harvestera, ovisno o sječnoj gustoći, dimenzijama doznačenih stabala i značajkama terena kreće u širokom rasponu od 5,5 m³ do 30,0 m³ po pogonskom satu rada (Bensch i Urbaniak 2001). Uz dimenzije stabala koje djeluju sukladno zakonu obujma komada na proizvodnost strojne sječe i izrade utječu i tvrdoća drva te granatost odnosno rašljivost stabala. Wasterlund (1996) piše da harvester najbolje rezultate postiže u čistim sječama crnogoričnih sastojina u kojima godišnji učinak raste i do 40 000 m³. Pulkii (2001) navodi da se u skandinavskim zemljama u jednoj godini rada sustava harvester – forvarder u proredama i čistim sječama može ostvariti učinak od 40 000 m³ do 50 000 m³, a navedeni učinak pri radu isključivo u čistim sječama raste i do 60 000 m³. Isti autor piše da iskusni vozači u sječinama srednjega kubnoga stabla 0,2 m³ ostvaruju prosječni učinak od 15 m³/h, što u slučaju dvosmjenskega rada rezultira godišnjim učinkom od 50 000 m³.

Mehanizirana sječa i izrada drva prvi je put u Hrvatskoj provedena 2001. godine harvesterom Timberjack 1070 u kulturi četinjača na području Šumarije Ogulin. U rujnu 2002. godine harvesterom Timberjack 1270B obavljena je čista sječa kulture mekih listača na području Šumarije Kloštar Podravski i proreda mješovite sastojine tvrdih listača na području Šumarije Garešnica. Navedene su prigode imale karakter pokaznoga rada i bile su poligon za znanstvena istraživanja čiji su rezultati objavljeni u nizu članaka Šumarskoga lista (Krpan i Poršinsky 2001, 2002, 2004a, 2004b, Krpan i dr. 2004, Poršinsky i dr. 2004).

Sustav harvester – forvarder na tržištu se šumarskih usluga u Hrvatskoj pojavljuje u kolovozu 2005. godine kada privatni poduzetnik uvozi Timberjack 870. Slijedi nabava harvestera Timberjack 1270C u kolovozu 2007. godine te harvestera Timberjack 1470 u prosincu 2008. godine.

Korištenjem sustava harvester – forvarder postiže se povećanje iskoristivosti forvardera tijekom ljetnih mjeseci i rješava problem pomanjkanja kvalificirane radne snage za ručno-strojnu sječu i izradu u šumskim kulturama četinjača, pri kojoj je nužno obaviti vremenski i fizički vrlo zatjevan rad kresanja grana koji rezultira vrlo malim učincima i posljedično velikim jediničnim troškom uz povećanu opasnost od ozljeda.

Kriterij pri odluci o primjeni ručno-strojne ili strojne sječe i izradbe u određenoj sječini svakako mora biti ekonomskoga karaktera, izražen jediničnom cijenom sječe i izrade, uz uvažavanje ergonomske,

ekoloških, energijskih i estetskih čimbenika (Krpan i Poršinsky 2006).

Uvođenjem sustava harvester – forvarder u hrvatsko šumarstvo pojavila se, radi planiranja radova pridobivanja drva, potreba za poznavanjem proizvodnih mogućnosti navedenoga sustava u različitim stanišnim uvjetima.

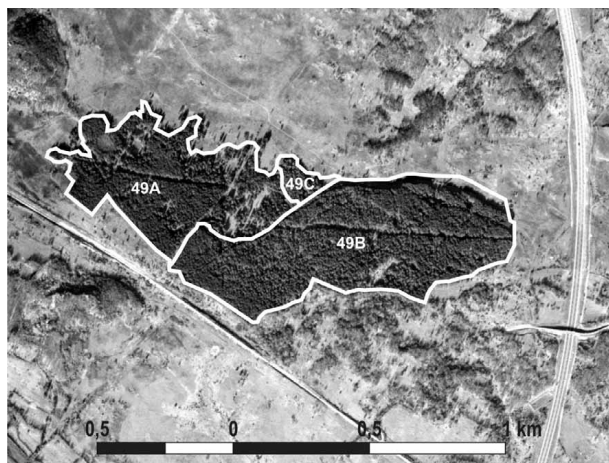
Ovim se istraživanjem želi istražiti utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost sječe i izradbe drva harvesterom.

2. Materijal i metode istraživanja *Material and methods of research*

Istraživana sječina, odsjek 49B površine 36,99 ha, nalazi se u GJ »Zapadni Resnik« na području UŠP Gospić. Zajedno s odsjecima A i C čini 49. odjel, borovu šumsku kulturu površine 66,33 ha omeđenu željezničkom prugom Oštarije – Gospić – Knin – Split s jugo-istoka i autocestom A1 Zagreb (Bosiljevo) – Dubrovnik sa zapada (slika 1).

Prema podacima Osnove gospodarenja za GJ »Zapadni Resnik« iz 2006. godine na površini od 36,99 ha 49B odsjeka rastu stabla crnoga bora (580 stabla po hektaru) prosječnoga promjera 26 cm i prosječne visine 17 m i stabla OTB (58 stabala po hektaru) prosječnoga promjera 15 cm i prosječne visine 16 m. Sastojina se nalazi na 600 m nadmorske visine, na ravnom terenu IV. boniteta. Utvrđena je drvna zalihha od 265,91 m³/ha u kojoj stabla crnoga bora sudjeluju s 97 %. Prema propisu Osnove gospodarenja prethodni je prihod trebao biti realiziran intenzitetom sječe od 20 %, tj. u apsolutnom iznosu od 1975 m³.

Jednozahvatni je harvester Timberjack 870 (slika 2) specijalno šumsko vozilo za kretanje po bespuću s pogonom na sva četiri kotača. Namijenjen je sječi i iz-



Slika 1. Mjesto istraživanja
Fig. 1 Research site



Slika 2. Harvester Timberjack 870

Fig. 2 Harvester Timberjack 870

radbi stabala manjih dimenzija pri proredama sastojina. Ulazi u kategoriju srednje teških harvestera po svojim dimenzijama (duljina 6120 mm, širina 2800 mm, visina 3550 mm), masi (10600 kg) te snazi pogonskoga motora (Perkins 1006-6T; šestocilindrični turbo dizelski motor najveće snage 114 kW i najvećega zakretnoga momenta 529 Nm). Zbog svoje kompaktne veličine vrlo je okretan te može raditi i na strmim terenima.

Na hidrauličnu dizalicu Timberjack L150, dosega 10,1 m i podiznog momenta 95 kNm, ugrađena je harvesterska glava Timberjack 746C (slika 3) koja najbolje učinke postiže pri sječi i izradbi stabala obujma 0,3 do 0,6 m³. Najveći je teoretski sječni promjer glave 55 cm.

Računalni sustav Timberjack 3000 kontrolira rad sječne glave, izmjeru i trupljenje stabla te pohranji-



Slika 3. Harvesterska glava Timberjack 746C

Fig. 3 Harvester head 746C



Slika 4. Kabina harvestera

Fig. 4 Harvester cabine



Slika 5. Sastojina crnoga bora, odsjek 49B

Fig. 5 Black pine stand, subcompartment 49B

vanje podataka o izrađenim sortimentima. Elektronička je kontrola sustava zadužena za pouzdano i optimalno upravljanje pogonskim motorom, transmisijom, radom dizalice te stabilnošću stroja (slika 4).

U sastojini je (slika 5) sukladno propisanom intenzitetu provedena geometrijska proreda sječom svakoga petoga reda, čime je omogućeno kretanje harvestera kroz sječinu, koja prije nije bila sekundarno otvorena (slika 5). Osim toga ostvaren je temeljni preduvjet za primjenu strojne sječe i u budućem gospodarenju ovom kulturom.

Rad je harvestera istražen primjenom studija rada i vremena. Utrošci vremena trajanja radnih sastavnica snimani su povratnom metodom kronometrije. Kako se pojedini radni zahvati pri sječi i izradbi jednozahvatnim harvesterom relativno brzo smjenjuju, bilo je prijeko potrebno da se razvrstaju u tri jasno funkcionalno razdvojene radne sastavnice:

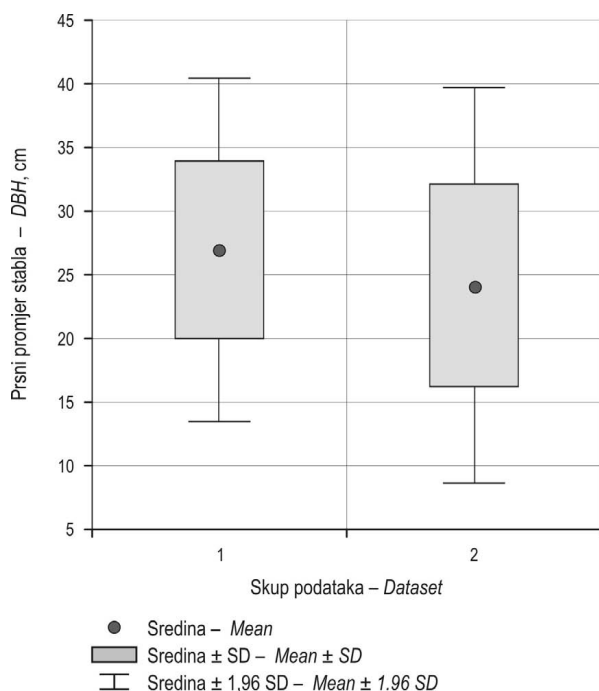
- ⇒ kretanje vozila – premještanje stroja u sječini i zauzimanje položaja prije sječe,
- ⇒ sječa stabla – zahvaćanje, potpiljivanje i usmjereno rušenje (pad) stabla koje je nemoguće zbog primijenjene metode mjerenja raščlaniti i snimiti s dovoljnom točnošću i preciznošću,
- ⇒ izradba drva – kresanje grana i trupljenje debla.

Utrošci vremena pojedinih radnih sastavnica pridruženi su obročanim stablima kojima je prethodno izmjeren prsni promjer. Prilikom postavljanja po-



Slika 6. Sječina nakon geometrijske prorde

Fig. 6 Felling site after geometrical thinning



Slika 7. Distribucija stabala uzorka

Fig. 7 Distribution of sample trees

kusa očigledan je bio utjecaj rašljivosti stabala na utrošak vremena izradbe drva. Zbog toga je svakom stablu uzorka pridružena značajka pravnosti, odnosno rašljivosti. Tijekom istraživanja snimljeno je ukupno 279,84 min efektirnoga vremena utrošenih za sječu i izradbu 185 stabala (slika 7, skup podataka 2).

Podaci o izrađenom obujmu pojedinoga posječenoga stabla nisu bili dostupni. Budući da bi mjerenje izrađenoga obujma u blizini stroja bilo opasno za snimatelja i da bi zasigurno utjecalo na rad vozača harvester, naknadno je odabran novi uzorak od 100 stabala (slika 7, skup podataka 1) koja su posječena i izrađena na isti način. Precizno su izmjereni izrađeni sortimenti te je njihov neto obujam (v_{net}) pridružen prsnim promjerima (DBH) pripadajućih stabala. Na temelju parova podataka konstruirana je jednadžba izjednačenja:

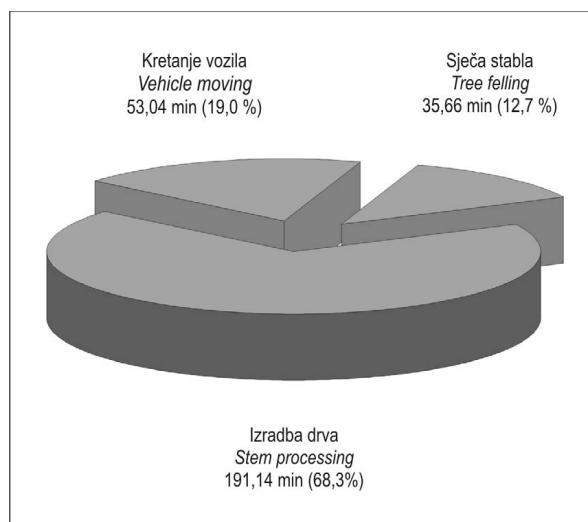
$$v_{net} = 0,0003 \cdot DBH^{2,1611} [m^3] \quad R^2 = 0,899$$

Pomoću navedene jednadžbe omogućena je transformacija jedinice izrade, stabla poznatoga prsnoga promjera, u neto obujam.

Provedena je regresijska analiza ovisnosti zavisnih varijabli, utrošaka vremena radnih sastavnica, o nezavisnoj varijabli, izrađenom neto obujmu. Radnim sastavnicama za koje nije utvrđena ovisnost određena je medijana utroška vremena.

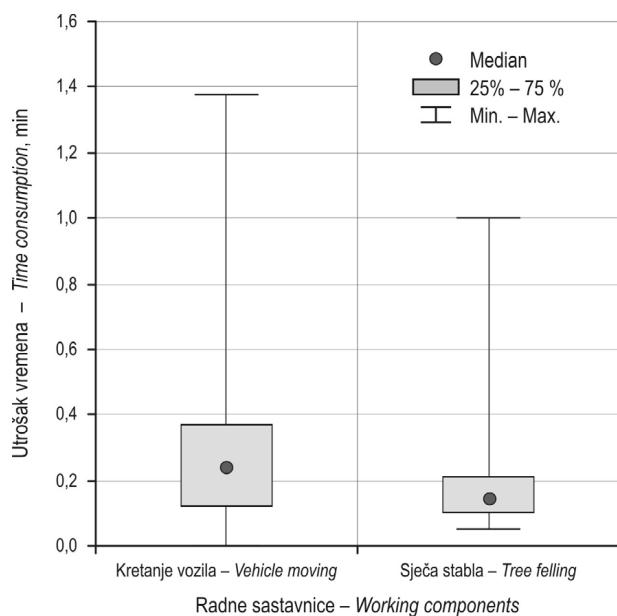
3. Rezultati istraživanja – Results of research

Struktura efektirnoga vremena rada harvester prikazana je na slici 8. Udjeli vremena pojedinih



Slika 8. Struktura eektivnoga vremena

Fig. 8 Effective time structure



Slika 9. Varijabilnost utroška vremena kretanja vozila i sječe stabla
Fig. 9 Variability of driving and felling time consumption

radnih sastavnica posljedica su prirode geometrijskih proreda u kojima se sječa i izrada obavljaju uz relativno malen utrošak vremena zauzimanja položaja u redu koji se siječe i uz utrošak vremena premještanja stroja u sljedeći red.

Za vremena kretanja vozila i sječe stabla regresijskom je analizom utvrđeno da ne ovise o nezavisnoj varijabli – neto (izrađenom) obujmu stabla.

Rezultat je za radnu sastavnicu kretanje vozila očekivan i logičan.

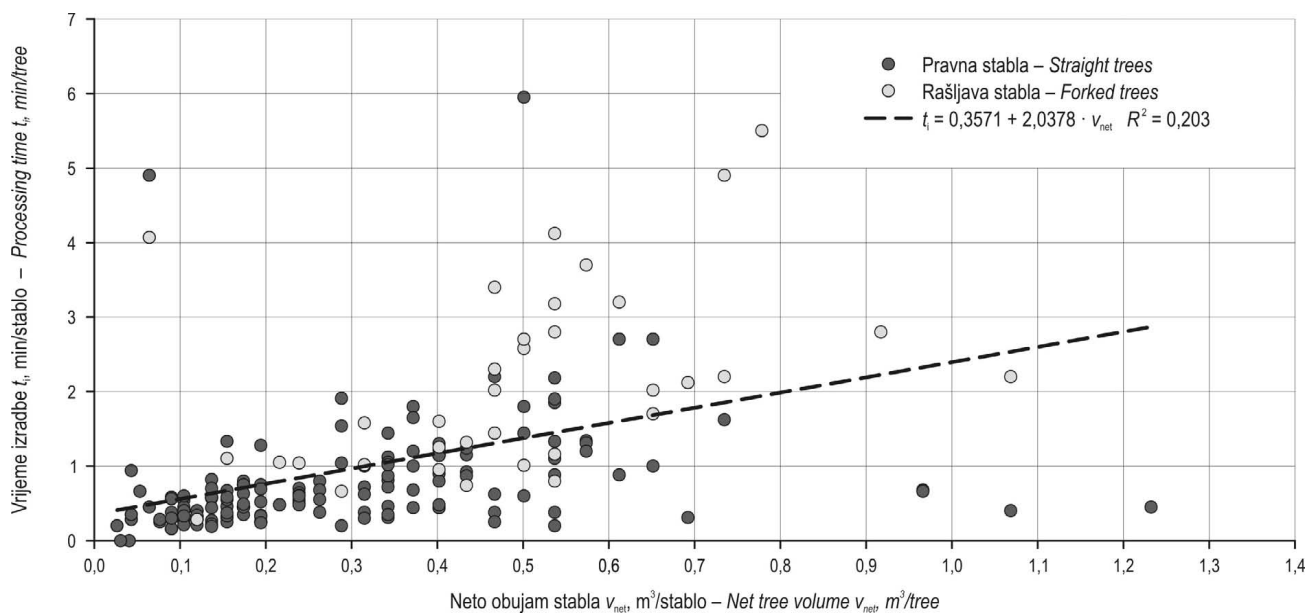
Kod sastavnice sječa stabla razlog izostanka ovisnosti leži u grupiranju utrošenih vremena. Pretpostavlja se da na obuhvaćanje stabla i usmjereno (kontrolirano) rušenje (pad) stabla veći utjecaj od izrađenoga obujma imaju položaj harvesteru pri sječi i mogućnost harvesterke glave, odnosno gustoća neposječenih stabala (n/ha). Zbog toga je utrošak vremena spomenutih sastavnica rada iskazan kao medijana snimljenih vrijednosti u iznosu od 0,24 min/stablo za kretanje vozila (t_v) i 0,15 min za sječu stabla (t_s) (slika 9), a u proizvodnom je modelu uvršten kao fiksno vrijeme.

Utvrđena je srednja ovisnost ($R = 0,4504$) utroška vremena za radnu sastavnicu izrada drva o neto obujmu izrađenoga stabla regresijskom jednadžbom pravca koji objašnjava 20,29 % varijabilnosti (slika 10).

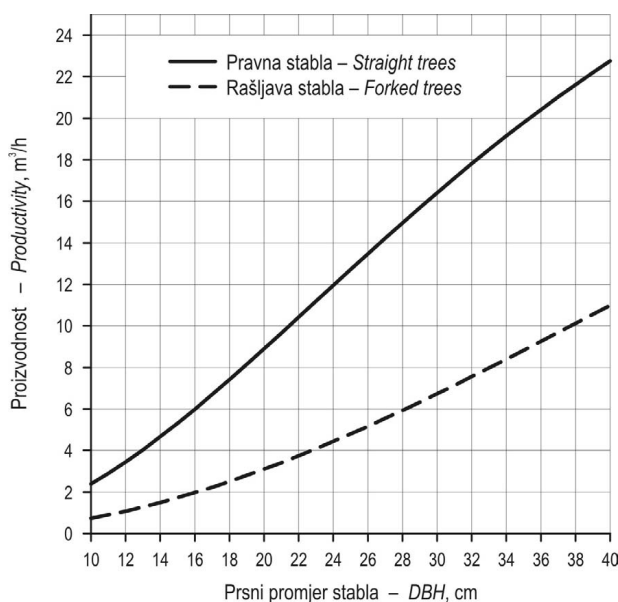
Uvođenjem kvalitativne (binarne) nezavisne varijable pravost/rašljivost stabla ($PR = 0$ za pravna stabla, $PR = 1$ za rašljiva stabla) multiplom regresijskom analizom određena je jednadžba izjednačenja za utrošak vremena izrade (t_i):

$$t_i = 0,37178 + 1,37955 \cdot v_{\text{net}} + 1,07678 \cdot PR \quad [\text{min/stablo}]$$

gdje je ustanovljena jaka korelacija ($R = 0,5964$) između utroška vremena izrade i nezavisnih varijabli neto obujma stabla i pravosti/rašljivosti stabla.



Slika 10. Ovisnost utroška vremena izadbe drva o neto obujmu stabla
Fig. 10 Dependence of time consumption for processing to tree's net volume



Slika 11. Utjecaj rašljivosti stabla na proizvodnost harvester
Fig. 11 Influence of tree's forkness on productivity

Pravnost odnosno rašljivost stabla objašnjava dodatnih 15,28 % varijabilnosti ($R^2 = 0,3557$).

Zbog kratkoće trajanja istraživanja nije utvrđeno dodatno vrijeme strojne sječe i izrade. U sličnim uvjetima Krpan i Poršinsky (2002) određuju faktor dodatnoga vremena 1,26.

Na temelju rezultata istraživanja i preuzetoga faktora dodatnoga vremena ($f_d = 1,26$) moguće je konstruirati proizvodni model sječe i izradbe stabala crnoga bora harvesterom Timberjack 870:

$$v_h = \frac{60}{f_d (t_v + t_s + t_i)} \cdot v_{net} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$v_h = \frac{60}{1,26 \cdot (0,24 + 0,15 + 0,372 + 1,379 \cdot v_{net} + 1,077 \cdot PR)} \cdot v_{net} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Primjenom izraza proizvodnost sječe i izrade stabala prsnoga promjera 10 cm ($v_{net} = 0,043 \text{ m}^3$) iznosi $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$ za pravna stabla i $0,7 \text{ m}^3/\text{h}$ za rašljiva stabla. Za stabla prsnoga promjera 40 cm ($v_{net} = 0,870 \text{ m}^3$) proizvodnost iznosi $22,8 \text{ m}^3/\text{h}$ za pravna stabla i $11,0 \text{ m}^3/\text{h}$ za rašljiva stabla.

Krpan i Poršinsky (2002) u istraživanju proizvodnosti harvester Timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora utvrđuju proizvodnost sječe i izrade od $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ do $25,4 \text{ m}^3/\text{h}$ za stabala prsnoga promjera od 10 cm do 30 cm.

Utjecaj rašljivosti na proizvodnost harvester prema prikazanomu izrazu vidljiv je na slici 11. Proizvodnost je porastom vremena potrebnoga za izradu

rašljivih stabala smanjena za 70 % kod stabala prsnoga promjera od 10 cm do 50 % kod stabala prsnoga promjera 40 cm, odnosno prosječno 62 %.

4. Zaključak – Conclusion

Rašljivost stabala kao tehnološki negativna pojava kod četinjača nedvojbeno nepovoljno utječe na proizvodnost strojne sječe i izradbe, što je dokazano i ovim istraživanjem. Rašljiva se stabla moraju uglavnom izrađivati u dva i više zahvata harvesterke glave, što značajno povećava utrošak vremena izradbe drva. Stabla se manjih dimenzija mogu izrađivati u jednom zahvatu uz rizik oštećivanja vodilice, lanca ili mjernih senzora harvesterke glave oslobađanjem tlačnih sila trupljenjem dijela stabla iza rašlji u jednom zahvatu. Izradba stabla većih dimenzija, ovisno o dimenzijama rašlji i najvećem sječnom promjeru harvesterke glave, u pravilu zahtijeva više zahvata.

Uvrštavanjem parametara koji su relativno lako mjerljivi i koji ne opterećuju proizvodni model svojim matematičkim izrazom možemo objasniti više varijabilnosti i time postići veću točnost modela proizvodnosti sječe i izradbe drva harvesterom.

5. Literatura – References

- Bensch, P., W. Urbaniak, 2001: Timberjack today and for ever. Sammelbuch »Stand und Entwicklung der Forstlichen Verfahrenstechnik an der Wende des Jahrhunderts«, 34. Internationales Symposium »Mechanisierung Der Waldarbeit«, Forstliche Fakultät Varschau, Polen, 10. –13. Juli 2000, 15–21.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. Šum. list, 125 (11–12): 619–624.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002: Proizvodnost harvester Timberjack 1070 pri proredi kulture običnoga bora. Šum. list, 126 (11–12): 551–561.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2004a: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 1. dio: Promišljanje struke o strojnoj sječi i izradbi drva. Šum. list, 128(3–4): 127–136.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2004b: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 2. dio: Djelotvornost harvester u kulturi mekih listača. Šum. list, 128 (5–6): 233–244.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, I. Stankić, 2004: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 3. dio: Djelotvornost harvester u prirodnoj prorednoj sastojini tvrdih listača. Šum. list, 128 (9–10): 495–508.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2006: Proizvodnost sječe i izradbe drva u Hrvatskoj – ili dali nam je nužan tehnološki skok? Glas. šum. pokuse, pos. izd., 5: 515–527.
- Poršinsky, T., A. P. B. Krpan, I. Stankić, 2004: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača –

4. dio: Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama. Šum. list, 128 (11–12): 655–669.

Pulkki, R., 2001: Cut-to-length, tree-length or full tree harvesting, <http://flash.lakeheadu.ca/~repulkki/ctlft.html>

Slunjski, M., M. Bedeković, 2003: Debljinska struktura Plana sječa HŠ d.o.o za 2003 godinu vezana uz mogućnost

primjene harvesterâ. PP-prezentacija prikazana na okruglom stolu »Harvester u Hrvatskoj«, Ivanijska, 12. veljače 2003.

Wasterlund, I., 1996: Environgentle forestry operations – possible or must. Proceedings of the seminar Progresses in Forest Operations, 8 May 1996, Ljubljana, Slovenija, str. 9–14.

Abstract

Influence of Black Pine Tree's Forkness on Harvester's Productivity

Research results of mechanized felling and processing by harvester Timberjack 870 in the black pine forest culture are presented in this paper. Special emphasis in the research was on the impact of tree's forkness on work productivity.

Time consumptions were recorded by snap-back chronometry method and paired with DBH of felled and processed trees. Equation for dependance of tree's net volume (v_{net}) on DBH was established in the separate sample of trees in the same felling area: $v_{net} = 0.0003 \text{ DBH}^{2.16} [\text{m}^3]$. Using the mentioned equation transformation of production unit from tree with known DBH to net volume was done. Time consumptions of individual work elements were grouped in three clearly separated work components: vehicle moving, trees felling and wood processing. Regression analysis of time consumptions dependance on tree's net volume was conducted. For work components vehicle moving and trees felling dependance wasn't found, while for work group processing medium dependance was established. Qualitative variables tree's straightness/forkness ($PR = 0$ for straight trees, $PR = 1$ for forked trees) were added to data pairs of tree's net volume and time consumption for processing (t_i) and multiple regression was done. Strong corelation ($R = 0.5964$) was established with equation:

$$t_i = 0.37178 + 1.37955 v_{net} + 1.07678 PR [\text{min/tree}].$$

Productivity model: $V_h = (60 v_{net}) / f_d (t_v + t_s + t_i) [\text{m}^3/\text{h}]$ was constructed; with allowance time factor $f_d = 1.26$ (Krpan i Poršinsky 2002) and driving ($t_v = 0.24 \text{ min/tree}$) and felling ($t_s = 0.15/\text{tree}$) time consumptions as medians.

With this model 70% decrease in productivity was calculated for forked trees of 10 cm DBH and 50% decrease for forked trees of 40 cm DBH in comparison to straight trees of the same DBH (Fig. 11).

Keywords: mechanized felling, harvester Timberjack 870, productivity, tree's forkness

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Dinko Vusić, dipl. inž.

e-pošta: vusic@sumfak.hr

Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

Nikola Rukavina, dipl. inž.

e-pošta: nikola.rukavina@hrsume.hr

»Hrvatske šume« d.o.o.

UŠP Gospić

Budačka 23

HR-53 000 Gospić

Primljeno (Received): 8. 10. 2010.

Prihvaćeno (Accepted): 19. 11. 2010.

Razvoj modela sigurnosne odgovornosti u privatnom šumarskom sektoru

Matija Landekić

Nacrtač – Abstract

U uvodu se raspravlja o sigurnosti u državnom i privatnom sektoru hrvatskoga šumarstva. Naglašava se izrazito nedorečena i nejasna slika sigurnosti i kontrole rada nad šumskim radnicima koji su zaposleni u privatnom sektoru. U središnjem dijelu rada po uzoru na inozemna iskustva, u okviru razvojnoga modela sigurnosne odgovornosti, definirane su uloge (šumoposjednik, voditelj šumskih radova, izvođač i podizvođač radova) i zaduženja koja trebaju preuzeti i obaviti sudionici u lancu pridobivanja drva s privatnih šumskih posjeda. Istodobno se naglašava važnost međusobne suradnje i ustupanja potrebnih informacija svim sudionicima proizvodnoga lanca. U završnom se dijelu daju smjernice za unapređenje sigurnosti, zdravlja i kontrole rada u privatnom šumarskom sektoru osposobljavanjem i izobrazbom svih sudionika o sigurnosnim i zdravstvenim ulogama te zadacima koje trebaju preuzeti i provesti pri operativnom izvođenju šumskih radova. Unapređenje postojećega stanja sigurnosti moguće je postići uspostavom nacionalnoga modela sigurnosne odgovornosti u privatnom sektoru, pri čemu je prvi korak izrada legislativnoga okvira.

Ključne riječi: šumarski sektor, sigurnost i zdravlje, model sigurnosne odgovornosti, poduzetnici u šumarstvu

1. Uvod – Introduction

Stanje i provedba zdravstvenih i sigurnosnih mjera pri šumskom radu prilično su aktualna tema hrvatskoga šumarstva. Koncept i funkcija zaštite na radu (ZnR) vrlo se cjelovito ostvaruju u državnom šumarskom poduzeću (Hrvatske šume d.o.o.). S druge strane, manjak legislativnoga i institucionalnoga okvira ključni su uzroci nezadovoljavajućega stanja u privatnom šumarskom sektoru u kojem gotovo u cijelosti izostaje funkcioniranje koncepta sigurnosti u odnosu na sve sudionike koji su uključeni u lanac pridobivanja drvnih sortimenata. Dokaz tomu su nedefinirane sigurnosne uloge, zaduženja i odgovornosti sudionika te drugi nedostaci postojećega legislativnoga okvira u hrvatskom privatnom šumarskom sektoru. Također su značajan pokazatelj postojećega stanja statistički podaci o ozljeđivanju i stradanju sa smrtnim ishodom u susjednim zemljama. Prema Klunu i Medvedu (2007) u Sloveniji na 1 000 000 m³ posječena drva prosječno smrtno strada 7,5 neprofesionalnih šumskih radnika, dok je u Austriji i Njemačkoj ta brojka manja od 2,5 smrtno stradala na istu količinu posječena drva.

Rad u šumi većinom čine aktivnosti visokoga rizika pa su za njegovo smanjivanje svi koji rade na nekom šumskom radilištu dužni provoditi zdravstvene i sigurnosne obveze povezane sa strogom odgovornošću. Prilikom planiranja i izvođenja poslovnih operacija u šumarstvu svi sudionici proizvodnoga lanca suočeni su sa sljedećim sigurnosnim i zdravstvenim zaduženjima koja moraju provesti:

- ⇒ Procjena opasnosti, ocjena rizika i pregled potrebnih mjera zaštite za svako radno mjesto,
- ⇒ Izrada plana uređenja radilišta,
- ⇒ Odabir prikladne opreme i radnih sredstava,
- ⇒ Čuvanje zdravlja i sigurnosti onih koji nisu izravno uključeni u proizvodni lanac,
- ⇒ Transparentnost sigurnosnoga radnoga postupka,
- ⇒ Potvrda o adekvatnoj izobrazbi zaposlenika za radni postupak,
- ⇒ Provedba nadzora nad radnim procesom.

Ovim se radom po uzoru na inozemna iskustva šumskih poduzetnika u lancu pridobivanja drva, ali i ostale sudionike, želi upoznati s potrebom razvoja modela sigurnosne odgovornosti, tj. s propisanim

ulogama i zadacima koje su dužni provoditi tijekom izvođenja radova na šumskom radilištu, a odnose se na provedbu zdravstvenih i sigurnosnih mjera. Navedeno se namjerava postići prikazom dvaju poslovnno-šumskih ugovora iz šumarske prakse razvijenih zemalja (izvor: *Managing health and safety in forestry* 2003). Također se želi osvijestiti poslodavce, samozaposlene i kontrolore sigurnosti pri radu u šumarstvu za nužnost međusobne suradnje i razmjene podataka u provođenju sigurnosnih mjera radi smanjivanja ozljeda na najmanji broj te povećanja humanizacije šumskoga rada u privatnom sektoru.

1.1 Šumarski sektor Republike Hrvatske *Forestry sector of the Republic of Croatia*

Šumsko područje zajedno s ostalim šumovitim zemljištem pokriva oko 2,7 milijuna hektara, što čini oko 47 % zemljišne površine Hrvatske. Privatni šumoposjednici, njih oko 808 000, gospodare s 21 % šumskih površina s prosječnom veličinom šumskoga posjeda od oko 0,76 ha. Od toga oko 727 šumovlasnika upravlja šumskim posjedom većim od 30 ha (Bakarić 2010).

U razdoblju od 1996. do 2006. godine uočava se porast ukupne površine privatnih šuma za oko 120 632 ha, ponajprije zbog povećanja napuštenoga poljoprivrednoga zemljišta i povrata oduzete šumske imovine u državnom vlasništvu (Lovrić i dr. 2010). Kao primjer može poslužiti i 12 000 ha površine državnih šuma koje se vraćaju Đakovačko-osječkoj nadbiskupiji od 1. siječnja 2011. godine nad kojima Hrvatske šume d.o.o. gube pravo gospodarenja.¹

Otvaranje novoga tržišnoga prostora znači i veće prilike za poslove šumskih poduzetnika u pridobivanju drva te ostalim potrebnim radovima (npr. uzgojnim). U situaciji izostanka nacionalnoga modela sigurnosne odgovornosti veće angažiranje privatnih poduzetnika znači i razmjerno veće rizike ozljeđivanja njihovih zaposlenika na šumskim radovima.

1.2 Stanje registriranih izvoditelja šumskih radova i broja zaposlenih u šumarskom sektoru – *Status of registered forestry contractors and number of employees in the forestry sector*

Prema pregledu iz studenoga 2010. aktualno stanje broji 238 registriranih izvoditelja šumskih radova s licencijom Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT). Uočljivo je da se više od 85 % svih licenciranih izvoditelja bavi uslu-

gama u pridobivanju drva, uzgajanja šuma i izgradnji šumskih prometnica (Martinić i dr. 2011). Od aktualnoga broja registriranih izvoditelja šumskih radova njih 8 posjeduje licenciju za pružanje usluga vođenja privatnoga šumoposjeda, što je vidljivo u tablici 1.

Kada se promatra raspoloživi ljudski kapacitet zaposlen u šumarskom sektoru, najpouzdaniji su izvor informacija podaci iz Nacionalne šumarske politike i strategije (2003). Ona navodi da šumarska djelatnost, s najčešće zastupljenim radovima na pridobivanju drva (sječa i izrada, privlačenje te daljinski transport drva) i uzgajanju šuma, zapošljava 19 500 osoba (9500 u Hrvatskim šumama d.o.o., 6000 zapošljavaju privatni poduzetnici i 4000 povremeno zaposleni – fluktuirajuća radna snaga). Također, važnu ulogu u procesu pridobivanja drva i nastanku ozljeda imaju šumski strojevi koji trebaju zadovoljavati sigurnosne i ergonomske značajke propisane međunarodnim normama ISO. Od ukupnoga broja zaposlenih u šumarskom sektoru 5500 do 6000 izravnih izvoditelja poslova na šumskim radilištima diljem Hrvatske predstavlja broj mogućih žrtava od ozljeđivanja ili smrtnih stradanja tijekom izvođenja svakodnevnih radnih aktivnosti.

U ovom desetljeću državni šumarski sektor prema standardnim pokazateljima razine sigurnosti i zaštite radnika bilježi pozitivne trendove po svim ključnim pokazateljima. Tako se u državnom šumarskom poduzeću broj ozljeda na tisuću zaposlenika više nego prepolovio (Martinić i dr. 2011), od 676 ozljeda 2000. do 256 ozljeda 2009. godine. Za ocjenu razine sigurnosti u privatnom šumarskom sektoru nema relevantnih podataka i statističkih pokazatelja o broju stradalih i profesionalno oboljelih radnika. O brojnosti smrtnih stradanja pri šumskim radovima moguće je tek naslućivati prateći »crnu kroniku« dnevnih novina.

Uzrok takva stanja u sferi privatnih izvoditelja šumskih radova treba tražiti u:

- ⇒ neadekvatno definiranim ulogama pojedinih sudionika (licenciranih izvoditelja) u proizvodnom lancu te odgovornih osoba prilikom nastanka ozljeda ili smrtnih stradanja,
- ⇒ nepostojanju propisa kojim se definiraju zdravstveni i sigurnosni zadaci koje mora provesti svaki sudionik u proizvodnom lancu te koje mora dati na uvid ostalim sudionicima (izvođačima i podizvođačima radova) u horizontalnom i vertikalnom lancu proizvodnje,

¹ izvor: http://www.glas-slavonije.hr/vijesti.asp?rub=4&ID_VIJESTI=129268

Tablica 1. Licencirana poduzeća i javne ustanove u RH za upravljanje šumskim posjedom
Table 1 Licensed companies and public institutions for forest management in the Republic of Croatia

Posjedovanje licencije za pružanje usluge vođenja privatnoga šumoposjeda – <i>Holding license for providing management services in private forests</i>		
Državno poduzeće <i>State owned company</i>	Privatno poduzeće <i>Private company</i>	Javna ustanova <i>Public institution</i>
Hrvatske šume d.o.o., Zagreb <i>Croatian Forests Ltd., Zagreb</i>	*Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju <i>*Oikon Ltd. Institute for Applied Ecology</i>	Šumarski fakultet, Zagreb <i>Faculty of Forestry, Zagreb</i>
	Mirta-Sesvete d.o.o., Sesvete <i>Mirta-Sesvete Ltd., Sesvete</i>	Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko <i>Croatian Forest Research Institute, Jastrebarsko</i>
	Sunčane šume d.o.o., Đakovo (do 2000 ha) <i>Sunny Forests Ltd., Đakovo (up to 2000 ha)</i>	
	*SALIX PLAN d.o.o., Zagreb (do 6000 ha) <i>*SALIX PLAN Ltd., Zagreb (up to 6000 ha)</i>	
	PRES OBRT, Bjelovar (do 2000 ha) <i>PRES CRAFT, Bjelovar (up to 2000 ha)</i>	

* Licencija izvan snage – *Revoked license*

* Proširenje licencije u tijeku – *license extension in progress*

Izvor: Popis licenciranih izvođača, 2. rujna 2010, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije
 Source: List of licensed contractors, 2 September 2010, Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology

⇒ manjkavostima nadzora i kontrole na radilištu što provodi ovlaštena osoba, a vezano uz osposobljenost radnika za rad na pravilan i siguran način, atestiranost sredstva za rad, sigurnosna i ergonomska svojstva strojeva prema normama ISO, psihofizičku spremu radnika, korištenje osobnih zaštitnih sredstava (OZS) itd.

2. Uloge i zadaci provedbe sigurnosnih mjera poduzetnika u lancu pridobivanja drva – dva primjera iz inozemne prakse

Roles and tasks of implementation of safety measures of entrepreneurs in timber harvesting chain – two examples of foreign practice

U okviru bilo kojega ugovora o izvođenju radova u šumarstvu potrebno je unaprijed definirati uloge pojedinih sudionika u proizvodnom lancu kao što je prikazano u tablici 2. Isto je tako potrebno utvrditi sigurnosne zadatke koji se vežu uz određenu ulogu, dodjeljuju pojedinomu sudioniku, tj. izvođaču radova u proizvodnom lancu, s obzirom na specifično šumsko radilište.

Tijekom izvođenja radova u šumarstvu radi postizanja uspješnoga upravljanja zdravljem i sigurnosti tzv. »Risk Management«, svaki sudionik u lancu pridobivanja drva treba jasno koordinirati svoje aktivnosti s drugim sudionicima na radilištu, tj. treba postojati dvosmjerni protok informacija o sigurnosnim mjerama, horizontalno i vertikalno uz ugovorni lanac pridobivanja drvnih sortimenata.

U sklopu svake navedene uloge treba uložiti odgovarajući napor u obavljanju radnih zaduženja koja se tiču provedbe sigurnosnih mjera, pri čemu intenzitet zalaganja ovisi o složenosti radnih zadataka i opsegu opasnosti koje vladaju na samom radilištu.

U nastavku ovoga članka detaljnije će se prikazati propisane sigurnosne obveze i zadaci prema definiranim ulogama sudionika u lancu pridobivanja drvnih sortimenata po uzoru na inozemna iskustva.

A) Uloga šumoposjednika – *The role of forest owner*

Ključna zaduženja u obnašanju uloge šumoposjednika, pri čemu vlasnik istodobno može obnašati i ulogu voditelja šumskih radova (VŠR), jesu sljedeća:

⇒ U obnašanju dvostruke uloge zaduženja su šumoposjednika koordiniranje zdravstvenim i sigurnosnim aktivnostima u cjelokupnom šumskom okruženju (sveobuhvatan pregled ne samo radilišta već i susjednih posjeda koji omogućuju pristup radilištu):

- ✓ koje se usporedne aktivnosti odvijaju u šumi tijekom izvođenja radova,
- ✓ mogućnost planiranja radova bez prisutnosti javnosti (slučajni prolaznici, lovci, planinari itd.),
- ✓ transport sredstava za rad i drva na određeno radilište i s radilišta,
- ✓ transparentan prikaz utjecaja radnih uvjeta na zdravlje i sigurnost izvođača radova, ali i usputnih prolaznika.

Tablica 2. Četiri ključne uloge za razvoj modela sigurnosne odgovornosti**Table 2** Four key roles of development of safety responsibility model

	Uloga <i>Role</i>	Definicija <i>Definition</i>	Primjer – tko će preuzeti navedenu ulogu <i>Example – who will take over the specified role</i>
A)	Šumoposjednik <i>Landowner</i>	Osoba koja je vlasnik zemlje na kojoj se izvode šumski radovi <i>Owner of land where forestry operations take place</i>	Uzgajivači šuma npr. farmeri ili vlasnici zemlje pod šumskom vegetacijom <i>Timber growers such as farmers or estate owners of forestland</i>
			Država RH – Republic of Croatia Druge pravne osobe – Other legal entities
B)	Voditelj šumskih radova (VŠR) <i>Forestry work manager (FWM)</i>	Osoba koja daje ovlaštenje (punomoć) za izvođenje radova na šumskom radilištu <i>The person who commissions work at a forestry site</i>	Bilo tko u ulozi šumovlasnika koji izravno angažira izvođača šumskih radova <i>Anyone in the landowner's role directly engaging forestry contractors</i>
			Otkupljivač drva (trgovac, izvođač ili ugovaratelj) – kada su stabla oborena i kada postoji zaseban ugovor s kupcem pilanskih sortimenata uz rub ceste, tada kupac preuzima ulogu VŠR-a te izdaje ovlaštenje za izvođenje ostalih radnih aktivnosti: izrada sortimenata, privlačenje/izvoženje i daljinski transport sortimenata <i>Timber purchaser (merchant, processor or contractor) – when all timber is felled, and there is a separate contract with a purchaser of sawn logs at the roadside, then that purchaser undertakes the FWM's role and he gives the commission for other work activities: cutting to length, skidding/forwarding and hauling</i>
C)	Izvođač radova (glavni izvođač) <i>Contractor</i>	Pružatelj usluga u šumarstvu <i>Provider of forestry services</i>	Poduzeća čiji zaposlenici ili podizvođači izvode radove <i>Contracting companies with their own employees or subcontractors</i>
			Vlasnik i rukovatelj šumske mehanizacije <i>Owner and operator of forest mechanization</i> Prijevoznik sortimenata kamionskim transportnim skupom (KTS-om) <i>Timber haulier</i>
D)	Podizvođač radova <i>Subcontractor</i>	Pružatelj usluga kojega angažira glavni izvođač radova, a nije ga izravno zaposlio VŠR <i>Service provider hired by the contractor and not directly employed by the FWM</i>	Svako tko radi pod ugovorom za glavnoga izvođača radova <i>Anyone working under contract for the contractor</i>
			Svi izvođači s određenom ulogom za rad na radilištu <i>Any other contractor with a specific role at the work site</i>

Izvor: Managing health and safety in forestry 2003

Source: Managing health and safety in forestry 2003

⇒ U slučaju obnašanja uloge šumoposjednika provodi se skupljanje informacija o specifikacijama pristupnih cesta i opasnostima na radilištu i oko njega, ucrtane i prezentirane na karti te njihovo slanje voditelju šumskih radova:

- ✓ cestovni pravci i područja javnoga pristupa,
- ✓ dalekovodi, područja strmih i djelomično opasnih terena (rudnici, bunari, strme litice itd.) te područja jakih vjetrova i mogućih vjetroloma zbog bolesnih stabala.

⇒ Osiguranje da radovi na konkretnom radilištu ne utječu na zdravlje i sigurnost ostalih sudionika i slučajnih posjetitelja provodi se u suradnji s voditeljem šumskih radova, ako šumovlasnik ne obnaša dvostruku ulogu:

- ✓ mjere kontrole rizika na radilištu (razina osposobljenosti radnika i razina nadzora),
- ✓ mjere kontrole prilaza na radilište (informacije i znakovi upozorenja na ulasku u šumu, u urbanim šumama korištenje »pokretnoga asistenta« koji upozorava i navodi na zaobilazne rute),

- ✓ testiranje provedenih mjera kontrole prilaza radi dobivanja povratne informacije o njihovoj učinkovitosti.

B) Uloga voditelja šumskih radova (VŠR) – The role of forestry work manager (FWM)

Nositelj ove uloge odobrava radove na šumskom radilištu (potrebno predznanje za propise i norme po kojima se izvode radovi u šumarstvu), odabire i angažira pouzdane poduzetnike te određuje mjere za sigurno izvođenje radova uz cjelodnevni nadzor. Ključna su zaduženja u obnašanju ove uloge sljedeća:

- ⇒ Dobivene informacije od šumoposjednika koriste se za pripremu nacrtu procjene rizika rada te izvoznih šumskih putova i prijevoza sortimenata s radilišta:
- ✓ oprema, radna sredstva i materijal pogodni za terenske uvjete i metodu rada,
- ✓ pravovaljana licencija, tj. razina obuke i kompetencije potrebne za obavljanje radova na siguran način,

- ✓ postizanje dnevnoga energetskega potencijala koji je ekvivalent visokoj energijskoj potrošnji (kvalitetna prehrana, pravilna dinamika rada s potrebnim odmorima),
 - ✓ razrada plana transporta sortimenata s radilišta (konfiguracija prilazne ceste, tip kamiona itd.).
- ⇒ Odabir kompetentnih poduzetnika koji imaju adekvatne odredbe za provedbu sigurnosnih mjera (cijena, iskustvo za rad u šumskom okruženju, preporuke, tip i stupanj obuke za rad na pravilan i siguran način, certifikati za sredstva za rad, način održavanja opreme i atesti, kriteriji odabira podizvođača itd.).
- ⇒ Izrada zdravstvenih i sigurnosnih mjera za izvođače radova i usputne posjetitelje: treba postojati dvosmjerna komunikacija između izvođača i voditelja šumskih radova (VŠR). Izvođač radova od VŠR-a treba dobiti kartu radilišta, procjenu rizika i definirane zdravstvene i sigurnosne mjere. VŠR od izvođača treba dobiti informacije o planiranju izvedbe radova na siguran i pravilan način (mjere zaštite javnosti, npr. natpisi upozorenja ili vrpce; zona rizika tijekom rada, npr. zona sječa i izrade ili privlačenja; sustav rada kod specifičnih opasnosti, npr. zapela stabla ili blizina dalekovoda; osamljena radna ograničenja, npr. procedura za »posljednju osobu (neposrednoga izvoditelja posla – radnika) na radilištu«; mjere rješavanja ozljeda na radu, npr. mjesto prve pomoći, osoba ovlaštena za pružanje prve pomoći; izvještavanje i pismena dokumentacija o nastanku nesreće; koordinacija aktivnosti i provedba sigurnosnih pravila na radilištu).
- ⇒ Suradnja sa šumoposjednikom: slanje informacija koje mogu utjecati na zdravlje i sigurnost ljudi koji rade ili posjećuju šumu:
- ✓ mjere kontrole pristupa radilištu za vrijeme rada te kretanje sredstva za rad,
 - ✓ dogovori o izvještavanju učinkovitosti oznaka opasnosti i upozorenja radi zaštite javnosti (osobito važno u području urbanih šuma),
 - ✓ dogovori o rješavanju zaostalih opasnosti na radilištu nakon završetka radova.
- ⇒ Praćenje zdravlja i sigurnosti na radilištu uz učestali nadzor provođenja definiranih sigurnosnih mjera.

C) Uloga izvođača radova (glavni izvođač) – *The role of contractor*

Ključna su zaduženja u obnašanju ove uloge sljedeća:

- ⇒ Suradnja s VŠR-om kako bi se osiguralo zadovoljavanje zdravstvenih i sigurnosnih normi (npr. razina obuke, pružanje prve pomoći, zaštita na strojevima). Od sudionika koji preuzima ovu ulogu očekuje se sljedeće:
- ✓ zadovoljavanje zdravstvenih i sigurnosnih uvjeta koje VŠR određuje,
 - ✓ primjena mjera kontrole dogovorenih s VŠR-om,
 - ✓ izvođenje radova prema sigurnosnim pravilima radilišta,
 - ✓ korištenje šumskih strojeva koji zadovoljavaju sigurnosne i ergonomske značajke normi ISO.
- ⇒ Odabir kompetentnih podizvođača s odgovarajućim standardom i kvalifikacijama vezano uz zdravlje i sigurnost (npr. certifikat osposobljenosti za rad, poznavanje procedure kod obaranja zaustava, ispravnost pomagala za rad, način održavanja opreme sa svom potrebnom dodatnom zaštitom, upoznatost s procedurom u hitnim situacijama i za samački rad).
- ⇒ Nadgledanje podizvođača radova u promicanju sigurnosne prakse rada (pružanje informacija o radnim metodama, mjerama kontrole i sigurnosnim pravilima kojih se moraju pridržavati).

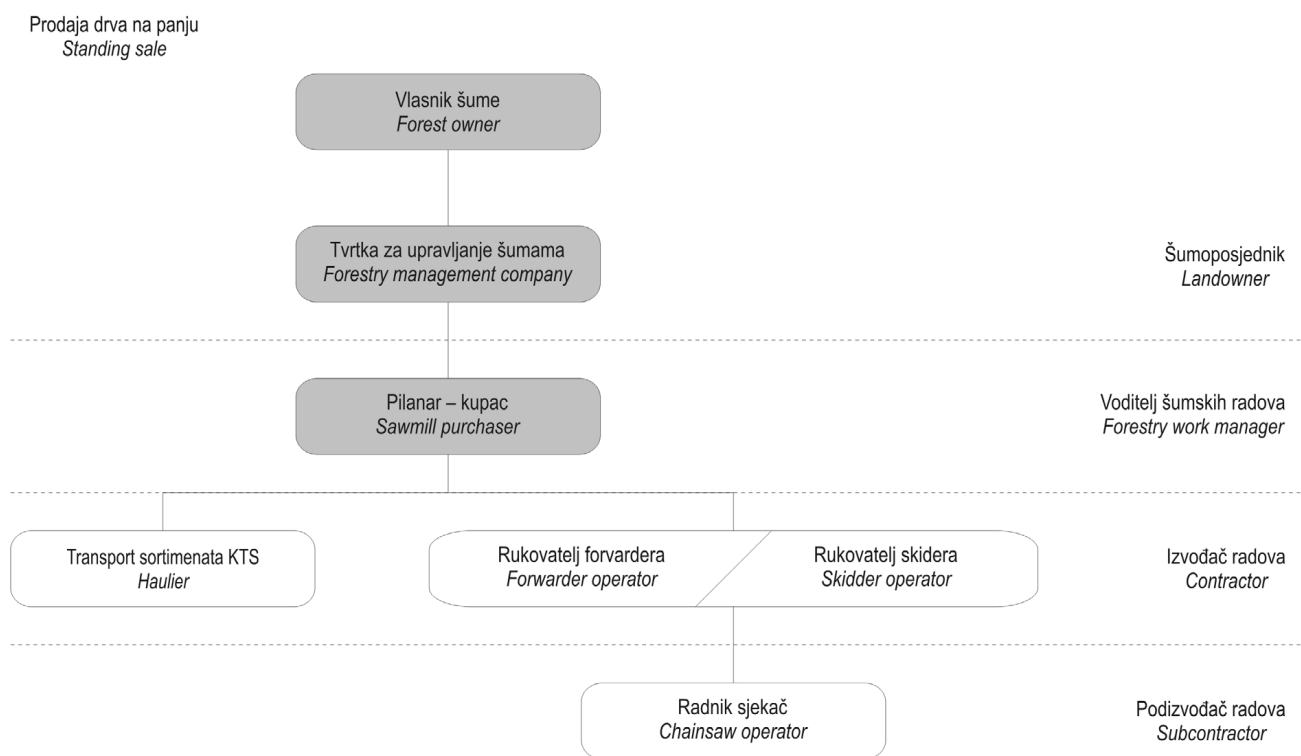
D) Uloga podizvođača radova – *The role of subcontractor*

Ključna su zaduženja u obnašanju ove uloge sljedeća:

- ⇒ Izvođenje radnih aktivnosti u skladu s pravilima zaštite na radu – pridržavanje uputa i sigurnosnih pravila dobivenih od izvođača radova.
- ⇒ Vođenje brige o vlastitom zdravlju i sigurnosti prije početka izvođenja radova svakodnevna provjera ispravnosti sredstva za rad te posjedovanje potrebne osobne zaštitne opreme.

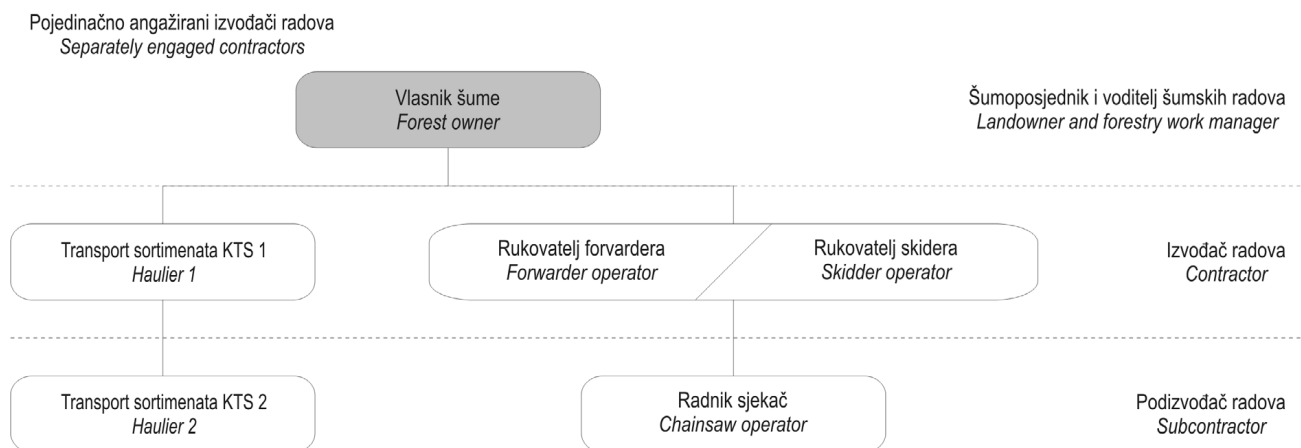
3. Shematski prikaz uloge i sigurnosnih zaduženja sudionika u lancu pridobivanja – *Schematic depiction of safety roles and responsibilities of harvesting participants*

Na slici 1 prikazan je model sigurnosne odgovornosti pri izravnoj prodaji drva na panju. Sudionici u proizvodnom lancu koji su shematski na slici 1 i 2 prikazani, a nalaze se u bijelim kućicama, izvođe radove na radilištu te su bez obzira na ostale uloge koje obnašaju automatski etiketirani ulogom izvođača ili podizvođača.



Slika 1. Shematski prikaz uloga sudionika pri prodaji drva na panju (izvor: *Managing health and safety in forestry* 2003)

Fig. 1 Schematic depiction of the role of standing sale participants (Source: *Managing health and safety in forestry* 2003)



Slika 2. Shematski prikaz uloga sudionika u kojem šumoposjednik pojedinačno angažira izvođače radova (izvor: *Managing health and safety in forestry* 2003)

Fig. 2 Schematic depiction of the role of participants when contractors are individually engaged by forest owners (Source: *Managing health and safety in forestry* 2003)

Šumoposjednik za gospodarenje vlastitom šumom (slika 1) koristi poduzeće koje posjeduje licenciju za upravljanje šumskim posjedom (istu ulogu »šumoposjednika« obnašaju dva sudionika: i vlasnik šume i poduzeće za upravljanje šumskim posjedom). Po-

duzeće za upravljanje šumama na javnoj aukciji nudi drvo na panju (tj. bruto drvo za pridobivanje) koje u konačnici kupuje pilanar te on preuzima ulogu »voditelja šumskih radova«. U slučaju kada stabla nisu oborena, pilanar sklapa »izravnu pogodbu« s već

provjerenim izvođačima radova, ili raspisuje »javno nadmetanje« radi transparentnosti poslovanja za dva ugovora: a) ugovor za sječu i izradu te privlačenje/izvoženje drva i b) ugovor za daljinski transport sortimenata do pilane. Ugovor za sječu i izradu te privlačenje/izvoženje sortimenata dobiva rukovatelj forvardera ili skidera (time preuzima ulogu »izvođača radova«), a naknadno angažira sjekača kopčaća za rušenje stabala i izradu sortimenata te kopčanje (time dobiva ulogu »podizvođača radova«). Drugi ugovor za transport sortimenata dobiva lokalni poduzetnik koji također dobiva ulogu »izvođača radova«.

Na slici 2 prikazan je model sigurnosne odgovornosti u kojem šumoposjednik pojedinačno angažira izvođače radova za specifične radne operacije te usporedno obnaša dvostruku ulogu: »šumoposjednika i voditelja šumskih radova«. Vlasnik šumskoga posjeda angažira operatera KTS-a, operatera forvardera ili skidera na temelju dvaju zasebnih ugovora. Prijevoznik s ulogom izvođača radova za daljinski transport sortimenata dio posla daje svomu kolegi koji preuzima ulogu podizvođača radova u daljinskom transportu. Operater forvardera ili skidera za radove sječe i izrade sortimenata angažira certificiranoga šumskoga radnika sjekača koji preuzima ulogu podizvođača radova. Vlasnik šume kao VŠR odgovoran je imenovati jednoga izvođača kao koordinatora sigurnosti, zaduženoga za provođenje sigurnosnih pravila na radilištu, tijekom fizičke odsutnosti vlasnika sa šumskoga radilišta.

4. Rasprava i zaključci – Discussion and conclusions

Između državnoga (Hrvatske šume d.o.o. Zagreb) i privatnoga šumarskoga sektora u Republici Hrvatskoj očigledna je velika razlika u sigurnosti, zaštiti zdravlja i standardu šumskih radnika te u obnašanju sigurnosnih uloga pojedinih sudionika u proizvodnom lancu drvnih sortimenata. Takva je razlika rezultat manjka propisa, nepostojanja sustavnoga praćenja i vođenja evidencija ozljeda na radu, ali i slaboga interesa te nedostatnih financijskih sredstava koje šumski poduzetnici ulažu u smanjenje broja ozljeda, profesionalnih bolesti i ozljeđivanja pri šumskom radu sa smrtnim ishodom. Također veliku sigurnosnu ulogu u vrlo opasnom i rizičnom radnom okruženju u privatnom šumarskom sektoru imaju i službene osobe, iz županijskoga ili državnoga inspektorata zaštite na radu, odgovorne za nadzor i kontrolu radova koje izvode šumski poduzetnici. Sadašnje je sigurnosno i zdravstveno stanje za šumske radnike zaposlene u privatnom šumarskom sektoru neodrživo. Radi usklađivanja postojećih propisa

te izrade novih propisa usklađenih sa smjernicama EU-a nužna je za sve sudionike na svim razinama izobrazba i osposobljavanje za sigurnosne i zdravstvene uloge i obveze koje oni trebaju preuzeti i provesti pri operativnom izvođenju šumskih radova. Istodobno je prijeko potrebno izraditi norme za osposobljavanje i izobrazbu profesionalnih i neprofesionalnih izravnih izvoditelja šumskih radova timskim pristupom znanstvenoga i stručnoga osoblja sustavnim znanstvenoistraživačkim radom. Dostizanje razine zemalja EU-a u zdravstvenom i sigurnosnom standardu, npr. Austrije (Zöschner 2010), trebalo bi biti misija šumarskoga sektora u bližoj budućnosti. Ipak, prvi i najvažniji korak je izrada i uspostava legislativnoga i institucionalnoga okvira za razvoj i primjenu modela sigurnosne odgovornosti koji će biti jamstvo uvođenja reda i poboljšanja stanja u radovima u privatnim, ali i u ostalim šumama u kojima radove izvode šumski poduzetnici.

5. Literatura – References

- Bakarić, M., 2010: Mogućnost i perspektiva razvoja poduzetništva u šumarstvu Republike Hrvatske. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 40 str.
- Klun, J., M. Medved, 2007: Fatal accidents in forestry in some European countries. Croatian journal of forest engineering, 28(1): 55–62.
- Lovrić, M., I. Martinić, N. Lovrić, M. Landekić, M. Šporčić, 2010: Assessment of progress towards sustainable forest management in Croatia through usage of quantitative Improved Pan-European Criteria and Indicators. Proceedings of the First Serbian Forestry Congress – Future with Forests, Beograd, Serbia.
- Martinić, I., M. Landekić, M. Šporčić, M. Lovrić, 2011: Hrvatsko šumarstvo na pragu Europske unije – koliko smo spremni na području sigurnosti pri šumskom radu. Croatian journal of forest engineering, 32(1): (u tisku).
- Zöschner, J., 2010: Education and work safety in forestry – situation in Austria. Proceedings of the 43rd International Symposium FORMEC 2010 »Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment«, University of Padova – Dept. Te.S.A.F., Italy.
- Five steps to risk assessment Leaflet INDG163(rev1) HSE Books 1998 (single copy free or priced packs of 10 ISBN 0 7176 1565 0).
- Management of health and safety at work. Management of Health and Safety at Work Regulations 1999. Approved Code of Practice L21 HSE Books 2000 ISBN 0 7176 2488 9.
- Managing health and safety in forestry. First published 09/03 by Health and Safety Executive, Booklet ISBN 0 7176 2717 9 (source: <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg294.pdf>).

RIDDOR explained: Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations Leaflet HSE31(rev1) HSE Books 1999 (single copy free or priced packsof 10 ISBN 0 7176 2441 2).

Road haulage of round timber Code of Practice. Third edition 2003 (www.fidc.org.uk/timber_transport;) Nacionalne šumarske politike i strategije (2003).

Abstract

Development of Safety Responsibility Model in Private Forestry Sector

Explanation of safety trends in the state and private Croatian forestry sector is given in the introduction. Emphasize is placed on extremely vague and unclear picture of safety and work control of forestry workers employed in the private sector. In the central part of the paper, according to foreign experience, in the framework of safety responsibility model development, definition is given of roles (forest owner, forest operation manager, contractor and subcontractor) and assignments that need to be accepted and executed by the participants in the chain of timber harvesting in private forest land. At the same time, emphasize is put on the significance of cooperation and transfer of necessary information to all participants in the production chain. The final section gives guidelines to promote safety, health and work control in the private forestry sector through education and training of all stakeholders regarding health and safety roles and tasks that need to be accepted and implemented in the operational performance of forest work. The current state of safety can be improved through the establishment of a national safety responsibility model in private forestry sector, where the first step would be to develop a legal framework.

Keywords: forest sector, health and safety, safety responsibility model, entrepreneurs in forestry

Autorova adresa – *Author's address:*

Matija Landekić, dipl. inž. šum.
e-pošta: mlandekic@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 1. 10. 2010.
Prihvaćeno (*Accepted*): 26. 11. 2010.

Programski paket za projektiranje javnih i šumskih prometnica »ROADPAC«

Kruno Lepoglavec, Hrvoje Nevečerel, Ivica Papa

Nacrtak – Abstract

Projektiranje je šumskih prometnica vrlo važna faza u gospodarenju šumama i šumskim bogatstvima. Projektiranje se šumskih cesta sastoji od dviju podfaza. Prva, terenska podfaza, razumijeva prikupljanje svih terenskih podataka koji su nužni za izradu glavnoga projekta šumske ceste. Druga, uredska podfaza, sastoji se od unosa podataka dobivenih terenskom izmjerom u računalni program, obrade tih podataka te ispisa svih sastavnica glavnoga projekta šumske ceste. Upotrebom novih računalnih programa uvelike se smanjuje vrijeme potrebno za izradu kompletnog glavnog projekta. Danas postoje mnogi računalni programi koji su specijalizirani u prvom redu za projektiranje javnih cesta od kojih se neki ističu mogućnošću primjene u šumarstvu pri projektiranju šumskih cesta. Jedan je takav programski paket opisan u radu.

Programski paket ROADPAC razvijen je u tvrtki »Pragoprojekt« iz Praga. Namijenjen je izradi cjelokupne projektne dokumentacije potrebne za izgradnju autocesta, javnih i šumskih cesta. Radi u operativnom sustavu Windows (sve verzije do Win 7), sučelje je programa interaktivno, što omogućuje stalnu kontrolu svih presjeka šumske ceste prilikom obrade i korekcije podataka. Važnije je obilježje ovoga programskoga paketa povezanost s AUTOCAD-om. To omogućuje detaljniju obradu podataka i u drugim programima koji podržavaju format .DXF, olakšava ispis same projektne dokumentacije u različitim mjerilima i formatima papira. Opisani su programi i potprogrami paketa kojima se izrađuje projekt šumske ceste te prikazan postupak unosa i obrade podataka u značajnijim programima za izradu projekta šumske ceste.

U zaključnim su razmatranjima opisane neke prednosti programskoga paketa ROADPAC u odnosu na program »Cesta« koji se koristi u Hrvatskoj.

Ključne riječi: programski paket ROADPAC, projektiranje, javne ceste, šumske ceste

1. Uvod – Introduction

Programski paket ROADPAC je interaktivna aplikacija za operativne sustave Windows (sve verzije do Win 7) razvijena u tvrtki »Pragoprojekt« iz Praga. Namijenjen je izradi cjelokupne projektne dokumentacije potrebne za izgradnju javnih i šumskih cesta. Funkcionira na principu CAD-ovih programa, sastoji se od više potprograma (modula), od kojih svaki omogućuje unos podataka i izračun točno određenih dijelova projektne dokumentacije. Grafički se prilozi (Situacija, Uzdužni i Poprečni profil) ispisuju u samom programu, ali je ponuđen i izbor izvoza (*export*) u datoteke HP-GL ili DXF za rad u programu AUTOCAD (programu je dodana kratica

RoadCAD) gdje se dalje svi crtani prilozi jednostavno dopunjuju, popravljaju i ispisuju.

Najvažnije značajke ROADPAC-a jesu:

- ⇒ jednostavno korištenje funkcija paketa (programa RDPX),
- ⇒ dijaloško uređivanje ulaznih podataka (program RDPX),
- ⇒ brzo stvaranje različitih alternativnih rješenja,
- ⇒ interaktivna grafička kontrola projektirane ceste na zaslonu,
- ⇒ nezavisno grafičko sučelje (ROADPAC – PLOTFILE),
- ⇒ spajanje na digitalni model terena (DTM) koji je povezan sa sustavom,

- ⇒ interaktivna suradnja s grafičkim softverom AUTOCAD i DXF uvozom i izvozom crteža,
- ⇒ paket je spreman za dodavanje modula koji pripremi korisnik uz uporabu zajedničkoga sučelja.

2. Struktura paketa ROADPAC

Structure of ROADPAC package

U ROADPAC-u su važna dva direktorija:

- ⇒ direktorij podataka (trenutačni direktorij),
- ⇒ direktorij programa (direktorij ROADPAC).

Direktorij podataka je direktorij u kojem su spremjene sve podatkovne datoteke paketa ROADPAC. Obično postoji jedan odvojeni direktorij dodijeljen za svaki projekt, ali u slučaju potrebe nekoliko projekata može dijeliti isti direktorij.

Direktorij programa je direktorij u kojem su pohranjeni programski moduli ROADPAC-a zajedno s nekim podatkovnim datotekama koje su potrebne za rad programa. Pri instalaciji paketa može se odabrati bilo koji direktorij.

2.1 Baza podataka – Data base

U programskom paketu ROADPAC pojam »baza podataka« ili »trenutačni direktorij« označuje direktorij u kojem se spremaju sve podatkovne datoteke koje se odnose na jedan projekt.

Ime se podatkovne datoteke sastoji od imena datoteke (zadano je ime ceste) i formata datoteke (3 znaka), koji opisuje vrstu datoteke.

Kada je projekt kreiran, stvoren je popis cesta imena Project.TRS u direktoriju podataka projekta. Taj se popis cesta automatski obnavlja svaki put kada se koristi novo ime ceste u projektu.

2.2 Upravljanje paketom ROADPAC

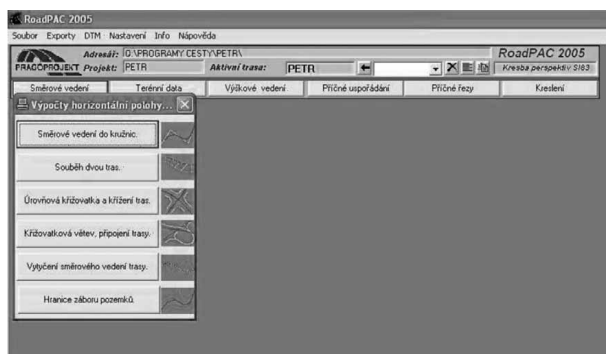
Managing ROADPAC package

U programskom paketu ROADPAC naziv »projekt« predstavlja skup cesta zajedno s modelom podataka terena, a pojam »cesta« se odnosi na jednu cestu koja je projektirana ovim paketom.

U sklopu se paketa ROADPAC za definiranje imena cesta i projekata koriste znakovi A – Z i 0 – 9 (bez dijakritičkih znakova). Tako se osigurava povratna kompatibilnost sa starijim verzijama ROADPAC-a.

2.3 Glavni izbornik – Main menu

Pri pokretanju programskoga paketa ROADPAC na zaslonu se pojavljuje glavni upravljački panel koji nudi, u prvom izborniku na lijevoj strani (izbornik Datoteka), postavljanje glavnih parametara: ime projekta, ceste i položaj direktorija podataka. U gornjem



Slika 1. Početni izgled zaslona programskoga paketa ROADPAC s glavnim izbornicima

Fig. 1 Initial appearance of the display of software package ROADPAC with the main menus

se fiksnom dijelu izbornika čitavo vrijeme prikazuje trenutačno važeći direktorij podataka, ime projekta, ime ceste i trenutačni broj programa u paketu. U retku ispod gornjega dijela dijaloškoga panela postoji šest izbornika. Klikom na neki od njih pristupa se pojedinoj grupi programa paketa.

2.4 Funkcije izbornika »Datoteka« – Functions of menu File

Funkcije se u ovom izborniku koriste za definiranje imena projekta i za održavanje datoteke ROADPAC.JOB – popis projekata. Izbornik uključuje ove funkcije:

- ⇒ **START** (funkcija brze pomoći) koristi se samo u slučajevima »smrzavanja« dijaloga programa, funkcija deblokira sve elemente panela,
- ⇒ **NOVI PROJEKT** služi za stvaranje novoga projekta (ime se projekta sastoji od najviše 10 znakova (A – Z, 0 – 9), a ime ceste od najviše 6 znakova (A – Z, 0 – 9),
- ⇒ **OTVORI PROJEKT** – funkcija za odabir aktivnoga projekta s popisa u datoteci ROADPAC.JOB,
- ⇒ **BRISANJE PROJEKTA** – funkcija za brisanje projekta iz popisa u datoteci ROADPAC.JOB; program briše podatke o projektu u datoteci ROADPAC.JOB, ali podaci u direktoriju podataka nisu izbrisani, također program ne dopušta brisanje aktivnoga projekta, već je potrebno postaviti drugi projekt kao aktivni i onda obrisati odabrani projekt,
- ⇒ **POPIS CESTA** – funkcija koja služi za aktivaciju cesta, može biti postavljena tako da se označi cesta iz popisa u kombiniranom okviru, a također i klikom na gumb smještenom lijevo od kombiniranoga okvira,
- ⇒ **IZLAZ** prekida program.

Tablica 1. Grupe programa u programskom paketu ROADPAC**Table 1** Group of programs in software package ROADPAC

1. Grupa Izračun situacijskoga nacrt Group 1 <i>Calculation of Horizontal Alignment</i>	2. Grupa Podaci o terenu i geologija Group 2 <i>Terrain data and Geology</i>	3. Grupa Uzdužni presjek Group 3 <i>Vertical Alignment</i>	4. Grupa Poprečna obrada Group 4 <i>Cross Arrangement</i>	5. Grupa Poprečni presjeci Group 5 <i>Cross Sections</i>	6. Grupa Crteži Group 6 <i>Drawings</i>
RP12 Situacijski nacrt <i>Horizontal Alignment</i>	DTM Digitalni model terena <i>Digital Terrain Model</i>	RP31 Uzdužni presjek <i>Vertical Alignment</i>	RP41 Automatska obrada detalja prema ČSN <i>Automatic grading details according to ČSN</i>	RP51 Dizajniranje poprečnih presjeka <i>Cross Sections Construction</i>	RP34 Crtanje uzdužnoga profila <i>Drawing of Longitudinal profile</i>
VIAAXI Interaktivna obrada situacijskoga nacrt <i>Interactive Horizontal Alignment</i>	RP27 Poprečni presjeci terena <i>Terrain Cross Sections</i>	VIANIV Interaktivna obrada uzdužnoga presjeka <i>Interactive Vertical Alignment</i>	RP43 Obrada detalja, proširenja, poprečnih nagiba <i>Grading details, widening, superelevation</i>	RP71 Izračun zemljanih radova <i>Earthworks Calculation</i>	RP53 Crtanje poprečnih presjeka <i>Drawing of Cross Sections</i>
RP14 Razmjena (premještanje) platformi <i>Interchange Ramps</i>	RPPP Uzdužni presjek terena <i>Longitudinal Terrain Section</i>		RP45 Detaljne visinske točke <i>Detailed elevation points</i>	RP72 Količina materijala u slojevima <i>Volumes of Construction Layers</i>	RP76 Crtanje dijagrama rasporeda zemljanih masa <i>Drawing of Mass-Haul Diagram</i>
RP15 Raskrižje cesta <i>Intersection of Roads</i>	RP28 Dodavanje geoloških i pedoloških podataka <i>Addition of Geology</i>		RP46 Detaljne položajne točke <i>Detailed coordinates points</i>	RP80 Rekonstrukcija kolnika <i>Pavement Reconstruction</i>	RP83 Crtanje 2D i 3D prikaza <i>Drawing of Perspective Views</i>
RP16 Odnos dviju cesta <i>Relation of Two Roads</i>	RP29 Uklanjanje humusa <i>Stripping of Topsoil</i>				
RP61 Postavljanje ceste <i>Road Setting Out</i>					
RP77 Granica tijela ceste <i>Boundary of Land Acquisition</i>					

2.5 Programi paketa ROADPAC – Applications of ROADPAC package

Izdvojeni su i opisani najvažniji programi paketa ROADPAC koji se koriste u projektiranju šumskih cesta.

Izbor se pojedinih programa paketa ROADPAC obavlja izbornikom smještenim u donjem retku fiksnoga dijela dijaloškoga panela. Programi su prvih pet grupa programi za izračun podataka, a šesta grupa uključuje grafičke programe za pripremu crteža.

Ulazni se podaci dobivaju ispunjavanjem i uređivanjem tablica, ili klikom na upravljačke gumbe postavljene na obrascima koji se pojavljuju na zaslonu računala.

Program RP12 »Situacijski nacrt« služi za izradu situacijskoga nacrt šumske ceste. Program izračunava u koordinatnom sustavu podatke o dijelovima središnje osi ceste koja se sastoji od ravnina, krivulja i posebnih oblika krivulja. Pojedini se element može definirati kao fiksni, rotacijski, pomični (slobodan) ili spojen. Svaki element definiraju najviše dvije točke kroz koje središnja os ceste može, ali ne mora proći, ovisno o vrsti elementa.

Program RP27 »Poprečni presjeci terena« izračunava poprečne presjeka terena iz podataka s područja istraživanja. Alternativno se program može koristiti za interpolaciju poprečnih presjeka terena. Ulazni se podaci programa »Poprečni presjeci terena« sastoje od pet podatkovnih blokova.

Program RP28 »Dodavanje geoloških i pedoloških podataka« služi za dodavanje ili ispravljanje geoloških ili pedoloških podataka u datoteci Poprečni presjeci terena (.STR). Prije korištenja ovoga programa datoteka .STR mora biti kreirana (npr. preko programa RP27 Poprečni presjeci terena ili stvaranjem preko DTM-a). Ulazni se podaci za definiranje geoloških slojeva i ulazni podaci za definiranje gornjega sloja tla pripremaju neovisno.

Program RP31 »Uzdužni presjek« primjenjuje se za izračun uzdužnoga presjeka određenoga tangentama. Izračun se uzdužnoga presjeka može obaviti prije ili poslije izračuna situacijskoga nacrtu ili ocjenjivanja detalja, ali svakako prije izračuna poprečnoga presjeka. Uzdužni je presjek određen fiksnom visinom poligona koji je definiran točkama lomova nivele i točkama početka i kraja svake tangente vertikalne krivine. Ulazni se podaci za program »Uzdužni presjek« pripremaju u tri bloka podataka. Neke tablice, ovisno o vrsti zadatka, mogu biti izostavljene.

Programom RP34 »Crtanje uzdužnoga profila« dizajnira se datoteka koja sadrži simbolički crtež uzdužnoga profila. Datoteka ima strukturu PLOTFILE i ekstenziju .034. Ta datoteka, slično kao i sve ostale datoteke tipa PLOTFILE, može biti prepoznata na raznim grafičkim periferijama uključujući i grafičke prikaze računala iz IBM PC kompatibilnih serija. Za pokretanje programa moraju postojati sljedeće datoteke (s obzirom na vrstu posla): okomito poravnanje (.SNI), glavne točke ceste (.SHB), stacionaža (.SSS), poprečni presjeci terena (.STR), poprečni presjeci ceste (.SPR) i uzdužni profili terena (.SPP). Podaci o stacionaži i/ili visini iskopa preuzimaju se bilo iz .SSS ili .SPR datoteka ili mogu biti definirani u tablicama ulaznih podataka. Podaci o uzdužnom profilu tla također se dobivaju iz dvaju izvora, bilo iz .STR datoteke, ili iz .SPP datoteke ili simultano iz obiju datoteka. Ulazni podaci programa RP34 »Crtanje uzdužnoga profila« pripremaju se pomoću pet kartica postavljenih na obrascu. Svaka kartica sadrži jednu ili više tablica koje se sukcesivno pojavljuju na zaslonu.

Program RP41 »Automatska obrada detalja prema ČSN« priprema osnove za oblikovanje širine ceste u skladu s načelima novoga češkoga nacionalnoga standarda (ČSN) 736101 (objavljen 2004) koji se temelji na izračunu osi ceste i situacijskoga nacrtu. Za odabranu kategoriju i projektiranu brzinu kretanja program generira potpune informacije (ulazne podatke) za opći program RP43, koji tada obavlja izračun ocjenjivanja detalja, a zatim program RP51 dizajnira poprečne presjeke. Program je dizajniran za rješavanje detalja autocesta i cesta s jednim i dva prometna traka. Lokalne ceste (prema češkom nacionalnom standardu /ČSN/ 73 6110) nisu predmet ovoga programa.

Program RP51 »Dizajniranje poprečnih presjeka« konstruira poprečne presjeke, koristi vlastite ulazne podatke i rezultate programa RP43 (obrada detalja, proširenja, poprečnih nagiba), RP31 (uzdužni presjek) i RP27 (poprečni presjeci terena). Ovaj program može pratiti programe RP53 (crtanje poprečnih presjeka), RP83 (crtanje 2D i 3D pogleda) i RP71 (izračun zemljanih radova).

Program RP71 »Izračun zemljanih radova« dizajniran je za obradu količina zemljanih radova prilikom projektiranja kao završni program za određivanje količine iskopa i nasipa. Program se može koristiti tek nakon što se kreira datoteka .SPR (poprečni presjeci) putem programa RP51. Količine se iskopa i nasipa izračunavaju između susjednih presjeka.

Program RP80 »Rekonstrukcija kolnika« koristi arhivu datoteka o horizontalnom i vertikalnom poravnanju ceste i datoteku poprečnih presjeka tipa ROADPAC, odnosno rezultate programa RP12, RP31, RP43 i RP51. Arhiva datoteka horizontalnoga i vertikalnoga poravnanje ceste može biti alternativno izrađena pomoću odgovarajućih programa sustava (VIAAXI, VIANIV). Program ima nekoliko faza i razina izračuna, koje se automatski odabiru temeljem dostupnih podataka u arhivi datoteka.

Program RP83 »Crtanje 2D i 3D prikaza« koristi se kao završni program postupka projektiranja ceste kod raznih perspektiva gledanja u 2D ili 3D prikazu.

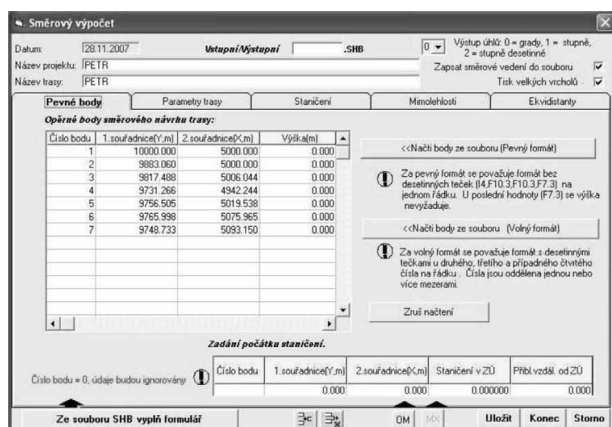
»VIANIV« je program za interaktivno oblikovanje i uređivanje situacije. Program je dio programskog paketa ROADPAC, ali može raditi i kao samostalni program izvan paketa. VIANIV je povezan s paketom preko standardnih binarnih podatkovnih datoteka tipa .SNI (situacija), .SHB, (uzdužni presjek), .SSS (stacionaža) i .SPP (uzdužni profil terena). Uz datoteku .SNI, program automatski kreira datoteku .XNI koja uključuje podatke o uzdužnom presjeku i fiksni točkama u formatu XML.

3. Primjena paketa ROADPAC pri projektiranju šumskih cesta – *Use of ROADPAC package for designing Forest Roads*

3.1 Definiranje poligonih točkaka i smjera horizontalnih krivina – *Defining of polygonal points and direction of horizontal curves*

U rubriku *Pevné body* unose se glavne (poligone) točke trase (sa svojim koordinatama Y i X) koje određuju opći izgled šumske ceste u tlocrtu – osovinski poligon (slika 2).

Sljedeći je korak unos pravaca i krivina koje se nalaze između poligonih točaka trase šumske ceste –



Slika 2. Unos koordinata poligonih točka

Fig. 2 Input of coordinates of polygon points

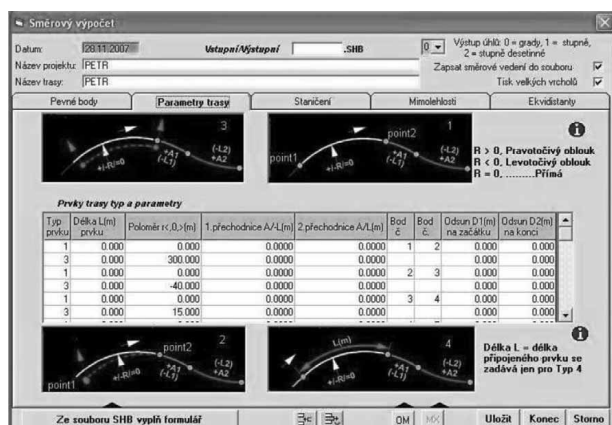
Parametry trasy. Svaki je pravac ili krivina prikazan kao poseban segment. Upisuje se pojedina kategorija (1 za pravac, 3 za krivinu), radijus krivine (pozitivna vrijednost kada je u pitanju desna krivina te negativna vrijednost za lijevu krivinu) te početna i završna glavna točka za svaki segment.

Posljednji je korak, pri ubacivanju poligonih točaka i horizontalnih krivina trase šumske ceste, unos podataka o stacionaži u rubrici *Staničení*. Postoje dvije mogućnosti unosa podataka:

⇒ *Staničení zadané krokem* – stacionažu unosimo u jednakim koracima u slučaju kada znamo samo početne i završne točke trase šumske ceste,

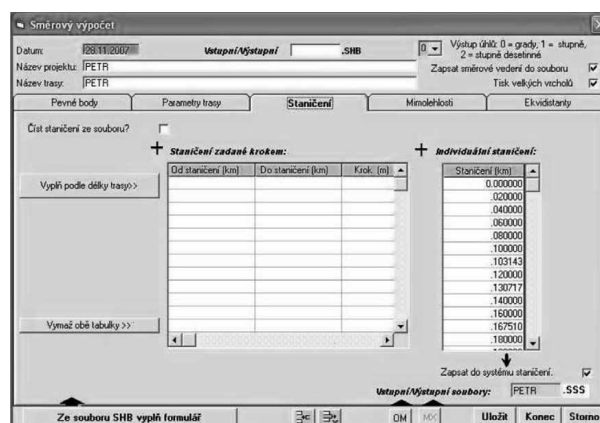
⇒ *Individuální staničení* – ukucava se stacionaža svakoga od profila.

Kada završimo s unosom svih podataka o stacionaži, označujemo opciju koja te podatke zapiše u za to predviđene datoteke. To je nužno jer se većina naknadnih izračuna temelji na tom principu. Svi su



Slika 3. Podaci u izborniku Parametry trasy

Fig. 3 Data from the menu Parametry trasy



Slika 4. Unos stacionaža poligonih točka

Fig. 4 Input of station of polygon points

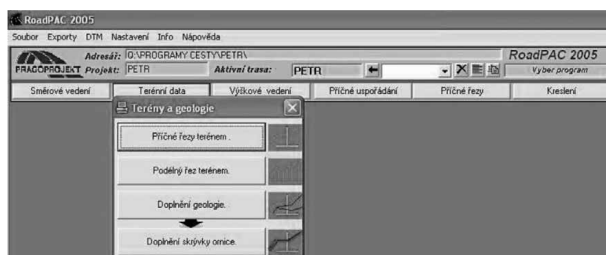
podaci pohranjeni i posao se završava klikom na funkciju *Konec*.

Pri prijelazu na sljedeći potprogram treba izračunati sve podatke koji su do toga trenutka uneseni. Na glavnom se izborniku klikne na funkciju *Výpočet*. Po završetku se dobiva informacija je li izračun završen bez pogreške ili je tijekom izračuna došlo do pogreške. Svi su izračuni pohranjeni u tekstualne datoteke gdje se nalaze i kodovi mogućih pogrešaka. Pomoću kodova je lako odrediti zašto je došlo do pogreške i sukladno tomu ponovo unijeti ispravne podatke. Konačno se klikom na gumb *Dokončit* (Završi) završava potprogram.

Postupak po kojem se izvodi izračun za sve je potprograme jednak, ali su računalni algoritmi za pojedine potprograme različiti. Svaki potprogram na kraju rada (naredba *Výpočet*) zapiše i pohrani posebnu tekstualnu datoteku s izračunima koji se mogu ispisati i dodati projektnoj dokumentaciji.

3.2 Unos podataka o poprečnim i uzdužnim profilima – Input data on cross section and longitudinal profiles

Za unos se podataka o poprečnim presjecima, uz pomoć potprograma *Terénní data*, odabire *Počišče ozezy*



Slika 5. Potprogram za unos podataka o terenu

Fig. 5 Subprogram for entry of terrain data

Slika 6. Unos podataka o poprečnom profilu terena

Fig. 6 Input data on terrain cross section profile

terénem, a za uzdužni profil *Podélný řez terénem*. Ako postoje detaljnije informacije o geologiji terena, dodaju se pomoću opcije *Doplňni geologie*.

Za svaki se poprečni profil posebno unose ovi podaci (slika 6):

- ⇒ *Staničení* (km) – stacionaža točke u kojoj je izmjeren poprečni profil,
- ⇒ *Podrobné body profilu* – detaljne točke poprečnoga profila:
 - ✓ *Výška* – visina svake točke (m),
 - ✓ *Vzdál. od osy* – udaljenost od vertikalne osi profila (m), (negativna vrijednost predstavlja odmak točke na lijevu stranu od osi ceste, pozitivna vrijednost odmak točke na desnu stranu od osi ceste, a vrijednost 0 os ceste).

Kada se unesu podaci o svim poprečnim profilima, rad se završava klikom na funkciju *Konec* pri čemu se obavi izračun podataka. Ako su podaci ispravno uneseni, program daje informaciju kako je izračun napravljen bez pogreške te u tekstualnu datoteku zapisuje stacionažu svakoga profila.

Potom se nastavlja s upisom podataka potrebnih za izračun uzdužnoga profila. U uzdužnom se profilu unose ovi podaci (slika 7):

- ⇒ *Staničení* – stacionaža profila trase šumske ceste (km),
- ⇒ *Výška* – nadmorska visina profila trase šumske ceste (m).

U ovom se prozoru, uz pomoć potprograma *Výškovce*, nastavlja s unosom podataka za izračunavanje nivelete. Upisuje se:

- ⇒ *min. polomir vert. zakřivení* – minimalni polomir vertikalne krivine,
- ⇒ *opírné tijelo návrhu nivelety* – lomne točke nivelete, to su početna točka trase šumske ceste, sve točke gdje se niveleta lomi te završna točka trase šumske ceste, a svaka mora sadržavati:

- ✓ broj lomne točke,
- ✓ stacionažu lomne točke,
- ✓ nadmorsku visinu lomne točke.

⇒ *parametry návrhu nivelety* – parametri nivelete, upisuju se redni brojevi lomne točke nivelete, tj. u kojoj se točki nastavlja sljedeći segment nivelete definiran nagibom:

- ✓ broj lomne točke,
- ✓ *Bod A/B* – točka A/B, početna (A) i završna (B) točka svakoga segmenta nivelete,
- ✓ *Spád* – nagib (%) unosi se kao vrijednost 0, jer program sam izračunava nagib loma nivelete,
- ✓ *R* – radijus u metrima, unosi se vrijednost 1000, a program sam izračunava optimalan radijus.

Slika 7. Unos podataka o uzdužnom profilu terena

Fig. 7 Input data on terrain longitudinal profile

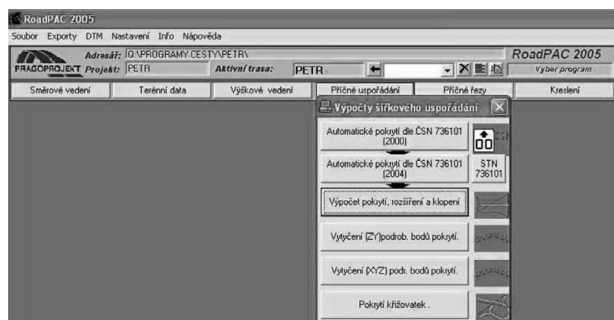
Slika 8. Unos podataka o niveleti šumske ceste

Fig. 8 Data entry of vertical alignment of Forest Road

Baš kao i u svakom potprogramu, tako se i ovdje, na kraju, izračun izvršava opcijom *Výpočet* i dovršava klikom na *Dokončit*. Program u tekstualnu datoteku upisuje stacionažu i nadmorske visine lomnih točaka te dužine i nagib svakoga segmenta nivelete.

3.3 Unos dodatnih podataka o poprečnim profilima – Input of additional data on cross section profiles

Po izračunu se nivelete, uzdužnoga profila i poprečnih profila terena, prelazi na unos svih parametara potrebnih za izračun i iscrtavanje širine kolnika u pravcu i u krivinama. To se obavlja unutar potprograma *Poičné uspořádání* (elementi poprečnih profila), odabirom opcije *Výpočet pokrytí, rozšíření a klopení* (za izračun proširenja i poprečnih nagiba, slika 9).

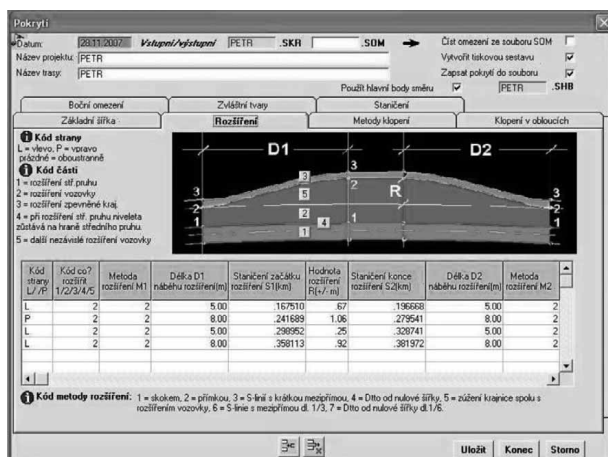


Slika 9. Izbornik za izračun proširenja kolnika, poprečnih nagiba i definiranje raskrižja

Fig. 9 Menu for calculating pavement extensions and cross slope and defining the intersection

Pri definiranju širine kolnika u tablicu se unosi širina kolnika u metrima te početna i krajnja točke trase šumske ceste, uz uvjet da je širina kolnika duž cijele trase jednaka. U protivnom se unose početna i krajnja točka dionice. Sljedeći je korak unos podataka o proširenju kolnika u pravcima i krivinama, pri čemu se upisuju ovi podaci:

- ⇒ *Kod strany* – strana kolnika, L je proširenje kolnika na lijevu stranu, a P na desnu, dok prazno polje znači da se proširenje kolnika izvodi simetrično na obje strane kolnika,
- ⇒ *Kod co rozšíření* – element trase koji se proširuje, u prikazanom primjeru unesen je broj 2, što znači da proširujemo kolnik,
- ⇒ *Metoda rozšíření M1/M2* – proširenje kolnika od/do (m), u prikazanom je slučaju metoda obilježena brojem 2, što znači kontinuirano proširenje,
- ⇒ *Délka nabihu rozšíření D1/D2* – duljina kontinuiranoga proširenja od/do (m), dužina pro-



Slika 10. Unos podataka o proširenju kolnika

Fig. 10 Data entry of pavement extension

širenja koja prolazi od početnoga profila do željene vrijednosti prije krivine ili obrnuto,

- ⇒ *Staniční začátek rozšíření* – stacionaža točke početka proširenja (km),
- ⇒ *Hodnota rozšíření* – vrijednost proširenja u krivini (m),
- ⇒ *Staniční konec rozšíření* – stacionaža točke kraja proširenja (km).

Proširenje u krivini ili proširenje u pravcu raspoznaje se po stacionaži početne i završne točke proširenja, što osigurava brz pregled i otkrivanje mogućih pogrešaka nastalih pri unosu podataka.

Mogu se upisati i podaci o poprečnom nagibu kolnika u pravcima pomoću opcije *Metody klopení* i poprečni nagib kolnika u krivinama – *Klopení v obloucích*. Pri poprečnom nagibu šumske ceste u pravcu moraju biti uneseni ovi podaci (slika 10):

- ⇒ *metoda* – oblik poprečnoga nagiba kolnika,
- ⇒ *platnost od* – stacionaža od koje se počinje koristiti odabrana vrsta poprečnoga nagiba (km),
- ⇒ *zákl. spád* – poprečni nagib kolnika u postocima (%).

Pri definiranju poprečnoga nagiba kolnika u krivinama potrebno je unijeti (slika 11):

- ⇒ *orientace oblouku* – smjer krivine, 1 za krivine koje skreću u lijevo, 2 za krivine koje skreću u desno,
- ⇒ *strana* – stranu na koju je kolnik nagnut, L za nagib lijevo, P za nagib desno,
- ⇒ *délka vzestupnice* – dužinu pravca ispred krivine (m),
- ⇒ *plné klopení od staniční* – stacionažu početka poprečnoga nagiba u krivini (km),
- ⇒ *plné klopení hodnota* – vrijednost poprečnoga nagiba kolnika (%),

Slika 11. Unos podataka o poprečnom nagibu kolnika

Fig. 11 Input of data on longitudinal pavement slope

- ⇒ *plné klopení do stančení* – stacionažu završetka poprečnoga nagiba u krivini (km),
- ⇒ *delka sestupnice* – dužinu ceste u krivini (m).

Kad se unesu svi potrebni podaci i završi s izračunima, potprogram zapisuje podatke u opsežnu tekstualnu datoteku. U jednom su dijelu te datoteke podaci o vrsti proširenja u pravcima i njihove dužine, strana proširenja kolnika u krivini i smjer poprečnoga nagiba kolnika u krivini. U drugom se dijelu datoteke nalaze podaci o širini i poprečnom nagibu kolnika za svaki poprečni profil, posebno za lijevu, a posebnu za desnu stranu kolnika.

Zadnji izbornik koji zahtijeva unos podataka je *Poične ozezy* (poprečni profili). U ovom se potprogramu, uz pomoć opcije *Výpočet poičných rezu* (izračunavanje poprečnih profila), uređuju ovi parametri pojedinoga poprečnoga profila:

1. *Násyp* – pokos nasipa (slika 12):

- ⇒ *Kod strany* – strana poprečnoga profila, na kojoj se strani nalazi pokos nasipa, opcija L je za lijevu, a P za desnu stranu,
- ⇒ *Platnost od/do* – stacionaža početne i završne točke pokosa nasipa,
- ⇒ *Typ svahu* – vrsta iskazivanja nagiba, u prikazanom je slučaju nagib broj 3 – nagib tipa 1:x,
- ⇒ 1: x_1 – nagib pokosa nasipa, u prikazanom slučaju svi pokosi nasipa imaju jednak nagib, 1:1,5.

2. *Výkop* – pokos iskopa (slika 13):

- ⇒ *L/P* – strana poprečnoga presjeka na kojoj se nalazi iskopna kosina, opcija L je za lijevu, a P za desnu stranu,
- ⇒ *Platnost od/do* – stacionaža početne i završne točke iskopne kosine (km),
- ⇒ *Typ svahu* – vrsta nagiba, u prikazanom slučaju odabran je nagib pod brojem 3 tipa 1 : x,
- ⇒ 1 : x_1 – nagib iskopne kosine, u prikazanom primjeru sve iskopne kosine imaju jednak nagib 1 : 1.

Preostale se sastavnice tablice ne ispunjavaju, one su namijenjene projektiranju zahtjevnijih cesta od šumskih. Obrazac je za unos podataka interaktivan, odmah po unosu podataka u lijevom se prozoru vidi izgled budućega poprečnoga profila.

Slijedi stvaranje .SPR datoteke koja okuplja sve informacije o poprečnim profilima. Iz ove se datoteke poslije povlače sve potrebne informacije za iscrtavanje poprečnih profila. Za njezino su nam kreiranje nužne ove tri datoteke:

- ⇒ datoteka .SNI – u njoj nalazimo podatke o niveleti,

Slika 12. Unos podataka o pokosima nasipa

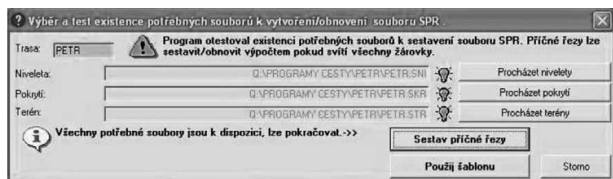
Fig. 12 Data entry of fill slopes

Slika 13. Unos podataka o pokosima iskopa

Fig. 13 Data entry of cut slopes

- ⇒ datoteka .SKR – sadrži podatke o proširenju kolnika, nagibima kosina nasipa i iskopa te poprečnim nagibima kolnika,
- ⇒ datoteka .STR – u kojoj su objedinjeni podaci o terenu.

Sve su tri pobrojane datoteke stvorene unutar odgovarajućih funkcija pojedinih potprograma, a kreirane su svaki put kad smo završili posao i pritisnuli opciju izračun podataka. Prije nego što se kreiraju poprečni profili klikom na gumb *Sestav poprečne ozezy* (iscrtavanje poprečnih profila) program provjerava da li se u bilo kojoj od triju ulaznih datoteka pojavila pogreška. Ako pogreške nema, uz naziv se datoteke pojavi signal (žuta lampica), što znači da je s datotekom sve u redu. Tek kada se aktiviraju sve tri žute lampice, moguće je kliknuti na gumb *Sestavi* (slika 14.)



Slika 14. Provjera ispravnosti datoteka (.SNI, .SKR, .STR) prije iscrtavanja poprečnih profila

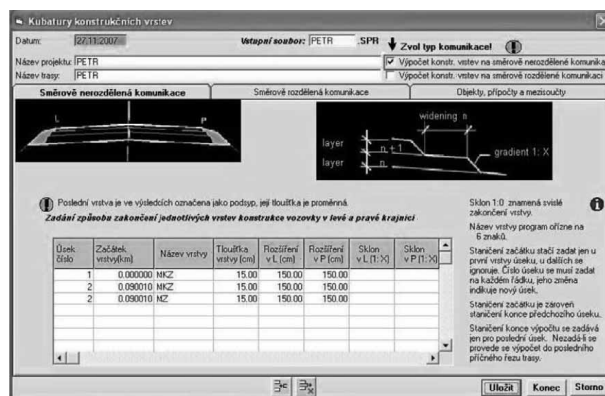
Fig. 14 Checking file (.SNI, .SKR, .STR) before plotting cross section profiles

Nakon kreiranja poprečnih profila nastavlja se s unosom podataka pod opcijom *Výpočet kubatur* (izračun obujma), gdje se ispunjava samo stacionaža početne i završne točke trase šumske ceste. Druge podatke program preuzima iz datoteke .SPR, koja je izrađena pri izračunu poprečnih profila. Rezultat se zapisuje u tekstualnu datoteku, koja sadrži podatke za svaki poprečni profil o količini iskopa i nasipa u kvadratnim metrima te za sve segmente između dvaju susjednih profila (m^3) – kumulativni iskop i kumulativni nasip. U drugom se dijelu datoteke nalazi tablica s površinama (m^2) humusa koji treba ukloniti s trase.

3.4 Dizajniranje kolničke konstrukcije (gornjega stroja) – Design of pavement structures (upper layer)

Debljina se svakoga sloja kolničke konstrukcije definira uporabom opcije *Kubatury konstrukčních vrstev* (obujam pojedinoga sloja kolnika). Uređuju se ovi parametri:

- ⇒ *Úsek číslo* – broj segmenta, segmente označavamo uzastopnim brojevima 1, 2, 3 itd.,
- ⇒ *Začátek vrstvy* – mjesto početka određenoga sloja pojedinoga segmenta (km),



Slika 15. Unos podataka o slojevima kolničke konstrukcije

Fig. 15 Input data of pavement structure layers

- ⇒ *Název vrstvy* – vrsta i naziv pojedinoga sloja,
- ⇒ *Tloušťka vrstvy* – debljina sloja (cm),
- ⇒ *Rozšíření v L/P* – širina sloja u lijevo i u desno od središnje osi trase (cm),
- ⇒ *Sklon v L/P* – nagib sloja u lijevo ili u desno, ispunjava se samo u slučaju ako je jedan od slojeva različita nagiba od ostalih.

Broj se slojeva u kolniku duž trase šumske ceste može razlikovati pa je predviđena mogućnost unosa dvaju slojeva i više njih na pojedinom segmentu ceste. Za svaki se sloj zasebno popunjava tablica, a oni nose isti broj i istu poziciju početka. Početak jednoga sloja također znači kraj prethodnoga sloja pojedinoga segmenta ceste (slika 15).

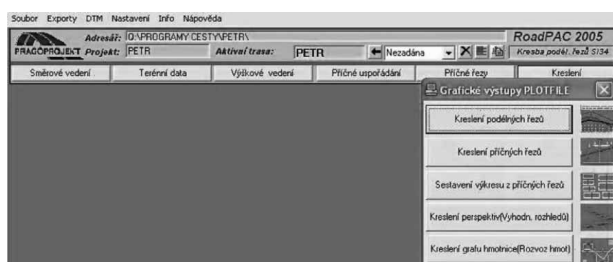
Rad se u tablici okončava standardnim postupkom: klikne se na izračun i provjeri rezultate u tekstualnoj datoteci. U tekstualnu se datoteku upišu potrebne količine materijala za svaki segment donjega i gornjega stroja ceste. Te su količine dane, za svaki poprečni profil segmenta, za svaki segment zasebno te ukupno za čitavu trasu projektirane šumske ceste.

Ovime je dovršen posao unosa podataka povezanih s projektiranom trasom šumske ceste. Budući da je program interaktivan, redoslijed unosa podataka u potprograme vrlo je važan. Prikazani redoslijed unosa podataka pokazuje strukturu programa ROADPAC, koji predstavlja logičan slijed rada i omogućuje pravilnu izradu projekta.

3.5 Ispis grafičkih priloga – Print of graphic items

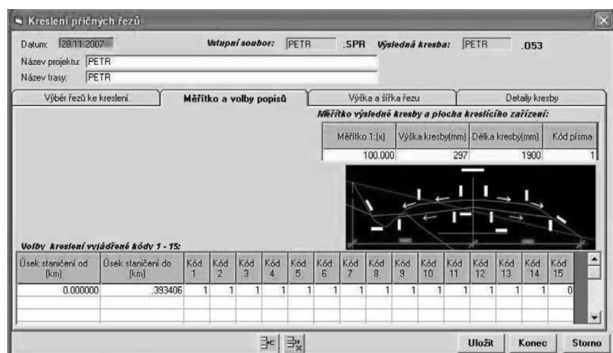
Kada su odrađeni svi potrebni izračuni i dobiveni rezultati bez pogrešaka (sadržani u pojedinim tekstualnim datotekama), slijedi priprema i izrada situacije, crtanih uzdužnih i crtanih poprečnih profila pomoću potprograma *Kreslení* (slika 16).

Potprogram nudi opciju iscrtavanja dijagrama raspodjele zemljanih masa. Omogućeno je i raspoređi-

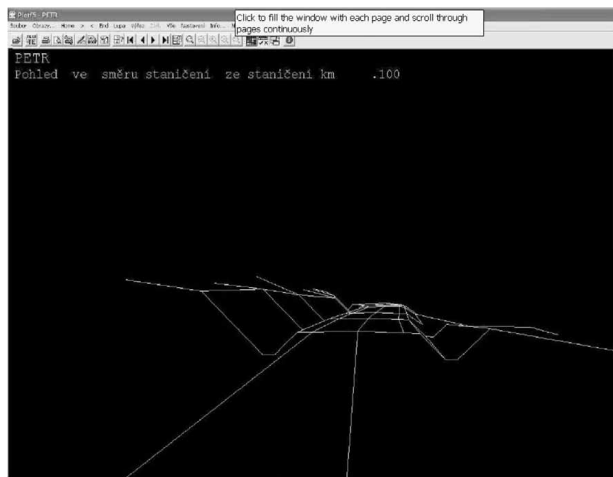


Slika 16. Potprogram za ispis crtanih priloga
Fig. 16 Subprogram for printing drawing items

vanje poprečnih profila na crtanom dijelu prikaza. Pri iscrtavanju poprečnih profila uređuje se mjerilo, veličina područja u kojem će poprečni profili biti iscrtni (o veličini područja ovisi broj vidljivih ispisanih poprečnih profila), raspon (mogućnost određivanja sekcije za ispis) u kojem će profili biti iscrtni. Po završetku se svi ti podaci zapisuju u novu datoteku (slika 17).



Slika 17. Odabir parametara ispisa poprečnih profila
Fig. 17 Selection of print parameters of cross section profiles



Slika 18. 3D pogled projektirane šumske ceste u smjeru vožnje
Fig. 18 3D view of the projected forest road in travel direction

Sve navedeno za crtane poprečne profile vrijedi za uzdužni profil i za dijagram raspodjele zemljanih masa. Na kraju program nudi opciju ispisa crtanih priloga i/ili izvoz podataka u formatu .DXF za daljnje uređivanje crteža u AUTOCAD-u. Korisno je i iscrtavanje 3D pogleda na bilo koju točku na osi ceste (slika 18). Iscrtni se 3D prikazi mogu redati jedan za drugim, što simulira vožnju po trasi projektirane šumske ceste.

4. Zaključna razmatranja – Concluding Remarks

Programski paket ROADPAC je, u usporedbi s drugim računalnim programima, jedan od boljih računalnih programa za projektiranje šumskih cesta. Iako nije primarno i ciljano razvijen za projektiranje šumskih cesta, već se njime (prema ocjenama stručnjaka koji se bave projektiranjem javnih cesta) mogu vrlo uspješno projektirati sve kategorije javnih cesta (pa i autoceste), to nimalo ne umanjuje njegovu primjenu u šumarskoj cestogradnji. Češki su programeri vodili računa o najsitnijim detaljima, sučelje je programa interaktivno (promjene napravljene u jednom presjeku ceste odmah se odražavaju na drugim presjecima) i pregledno, vrlo jednostavno za projektantov rad. Potprogrami i izbornici unutar njih su logično posloženi i razumljivi. Sam je slijed unosa i obrade terenskih podataka strukturiran u suglasju s pravilima struke, logičan je i lako pratljiv, projektant u svakom trenutku zna do koje je faze obrade podataka i izrade projektne dokumentacije stigao te vrlo brzo izračunava i obrađuje sve podatke nakon unosa. Također nudi različite mogućnosti uklapanja nivelete šumske ceste i brzo izračunava podatke o razlikama u količinama iskopa i nasipa za različite inačice. Velika je prednost programa povezanost s AUTOCAD-om pa je moguća obrada i u drugim grafičkim i dizajnerskim programima koji podržavaju format .DXF. Mogućnost pogleda u 3D pridonosi boljemu uklapanju šumske ceste u teren i lakšemu definiranju budućih raskrižja ili spojeva s cestama.

U usporedbi s programom »Cesta« slovenske tvrtke Softdata koji se koristi kao službeni program za projektiranje šumskih cesta u Hrvatskoj, daleko je dorađeniji, jednostavniji izbornik i nema manjkavosti koje su uočene u programu »Cesta« pri korekciji podataka, gdje svaka eventualna pogreška pri unosu pozicije pojedinoga tjemena znači i odbacivanje svih podataka koji su uneseni nakon pogreške, jer podaci nisu u »stalnoj vezi« kao kod programskog paketa ROADPAC.

Programski je paket ROADPAC odličan odabir za računalnu izradu projekata šumskih cesta i dobar predložak za neka rješenja u izradi novih programa za projektiranje šumskih prometnica.

5. Literatura – References

Nevečerel, H., 2010: Dizajniranje teorijskog modela i izrada računalnog programa za projektiranje šumskih prometnica. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 233 str.

<http://www.roadpac.cz/dokumentace.aspx>

<http://www.roadpac.cz/novinky.aspx>

<http://www.brial.cz/>

<http://www.zive.cz/tiskove-zpravy/roadpac-aplikace-pro-efektivni-navrh-silnic-a-dalnic/sc-5-a-138334/default.aspx>

Abstract

»ROADPAC« Software Package for Designing Public and Forest Roads

Designing forest roads is a very important phase in the management of forests and forest resources. The design of a forest road consists of two sub-phases. The first, field sub-phase, involves the collection of field data necessary for making the project of forest roads. The second is an office sub-phase, which consists of entering data, obtained by field survey, in a computer program with the aim of making the main project of forest roads and printing all the elements of the main forest road project.

Using new computer software greatly reduces the time needed for completing the main design. Today there are many computer programs that are primarily specialized in the design of public roads, some of which stand out with their applicability in forestry in the design of forest roads. This paper describes such a software package.

The ROADPAC software package was developed by the company »Pragoprojekt« from Prague. It was aimed at developing the whole project documentation for the construction of highways, and public and forest roads. It works in Windows (all versions up to Win 7), the interface is an interactive program that allows continuous control of all sections of forest roads during input and correction of data. One of the important features of this software package is that it is tied to AUTOCAD. It provides detailed data processing and other applications that support DXF format making it easy to print the project documentation in different scales and paper formats.

In ROADPAC package, a specific program is selected in the menu located in the bottom row of the fixed part of the panel dialog. The programs of the first five groups are programs for calculating the data, while the sixth group includes graphics programs, for the preparation of drawings;

Group 1: Calculation of Horizontal Alignment

Group 2: Terrain Data and Geology

Group 3: Vertical Alignment

Group 4: Cross Arrangement

Group 5: Cross Sections

Group 6: Drawings

Input data are obtained by completing and editing tables, or by clicking on the controls placed on forms that appear in the computer screen.

Subprograms are presented in Table 1 and further in the text some subprograms that are essential in making the project of forest roads are explained;

⇒ Program RP12 »Horizontal Alignment« is used to create situational draft of forest roads,

⇒ Program RP27 »Terrain Cross Sections« calculate cross-sections from field data,

⇒ Program RP28 »Addition of Geology« is used to add or correct geological and soil data in the file,

⇒ Program RP31 »Vertical Alignment« is used to calculate the longitudinal section,

⇒ Program RP34 »Drawing of Longitudinal Profile« is a designing file that contains symbolic drawing of the longitudinal profile,

⇒ Program RP41 »Automatic grading details according to ČSN« prepares the basis for shaping the road width in accordance with the principles of a new Czech national standard (CSN) 736 101 (published in 2004), which is based on the calculation of the axis of the road and situational draft,

⇒ Program RP51 »Cross Sections Construction« constructs cross-sections, using their own input data and results from RP43, RP31 and RP27. This program can monitor programs RP53, RP83 and RP71,

⇒ Program RP71 »Earthworks Calculation« is designed to handle the amount of earthworks in the design as the final program for the determination of the cut and fill,

⇒ RP80 Program »Pavement Reconstruction« uses the archive files on horizontal and vertical road alignments and cross sections of ROADPAC file type, or the results of RP12, RP31, RP43 and RP51,

⇒ Program RP83 »Drawing of Perspective Views« is used as the final process of designing the road program, with various perspective views in 2D or 3D,

⇒ »VIANIV« is a program for interactive design and editing situations. The program is a part of ROADPAC software package, but can operate as a standalone program outside of the package.

The section that follows deals with the entry and processing of data, required for the design of forest roads; Fig. 2 presents the entry of coordinates of polygon points. Fig. 4 shows the input of station, Fig. 5 shows the data input of the transverse terrain profile, while Fig. 7 shows the longitudinal profile entries. Further in the text, description is given of the program for data entry on cross section, pavement extensions, entering of details of the excavation and embankment slopes and finally the program for printing the project documentation and software for different perspective views (2D and 3D).

In the concluding remarks, some of the benefits of the ROADPAC program package are described in relation to the program »Cesta« commonly used in Croatia.

Keywords: »ROADPAC« software package, Design, Public Roads, Forest Roads

Adresa autorâ – Authors' address:

Kruno Lepoglavec, dipl. inž. šum.

e-pošta: lepoglavec@sumfak.hr

Dr. sc. Hrvoje Nevečerel

e-pošta: hnevecerel@sumfak.hr

Ivica Papa, dipl. inž. šum.

e-pošta: papa@sumfak.hr

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za šumarske tehnike i tehnologije

Svetošimunska 25

HR-10 000 Zagreb

HRVATSKA

Primljeno (Received): 14. 9. 2010.

Prihvaćeno (Accepted): 1. 11. 2010.

Analitički hijerarhijski i analitički mrežni proces u kontekstu održivoga gospodarenja šumama

Marko Lovrić

Nacrtak – Abstract

Donošenje odluka u šumarstvu obilježeno je višestrukim ciljevima upravljanja i širokim rasponom dionika, a odabir alternative na bilo kojoj razini odlučivanja ili bilo kojem vremenskom horizontu mora uzeti u obzir vrijednosti koje nisu izravno usporedive te suočiti se s nesigurnošću njezine implementacije. Jednu od skupina alata za potporu pri odlučivanju čine višekriterijski modeli odlučivanja, od kojih su prikazane teoretske osnove analitičkoga hijerarhijskoga i analitičkoga mrežnoga procesa te njihove primjene u šumarstvu. Ti su modeli razrađeni u višestupanjskom konceptualnom okviru istraživanja održivoga upravljanja šumama s prihvaćanjem stajališta stručnjaka i dionika, čime se postiže optimizacija između različitih kriterija upravljanja i osigurava implementacija preferirane alternative. Kao prilog metodologiji opisan je preliminarni model analitičkoga mrežnoga procesa za operativno upravljanje gospodarskom šumom te su analizirani načini moguće primjene navedenoga modela.

Ključne riječi: višekriterijski modeli odlučivanja, AHP, ANP, održivo upravljanje šumama

1. Uvod – Introduction

Šumarska politika uključuje ekološke, socioekonomske i političke procese te vrijednosne sudove, a samo donošenje odluka razumijeva zahtjevne compromise među različitim ciljevima (Gregory i Keeney 1994). Navedeni procesi su glavna obilježja upravljanja šumskim ekosustavima na globalnoj razini, posebice konflikti između zaštite biološke raznolikosti te pridobivanja drva u tropskim prašumama Južne Amerike i Afrike te u starim prirodnim šumama sjeverozapada SAD-a, kao i konflikti između potrajnoga pridobivanja drva iz prirodnih modificiranih šuma i pridobivanja drva iz poljoprivredno-šumarskih plantaža u Indokini.

Kako raste složenost donošenja odluka, tako njihovi donositelji sve teže mogu identificirati alternative koje maksimiziraju vrijednosti svih kriterija, mnogi od kojih su vezani za okolišne funkcije ekosustava i ne mogu se izravno novčano vrednovati. Sve to predstavlja i glavnu implikaciju korištenja višekriterijskih modela odlučivanja u šumarstvu, tj. izo-

stanak primjene metoda evaluacije na dijelovima okoliša ili njegovih usluga pri upravljanju šumama.

Prema definiciji Međunarodnoga društva višekriterijskoga donošenja odluka ono je »... studija metoda i procedura kojima se problematika obilježena višestrukim konfliktnim kriterijima može formalno uključiti u upravljačko-planski proces«. Višekriterijski proces donošenja odluka uobičajeno se sastoji od ovih koraka:

- ⇒ definiranje cilja,
- ⇒ određivanja kriterija pomoću kojih se vrednuje dostizanje cilja,
- ⇒ specficiranje alternativa; izrađivanje pretvorbenih faktora među jedinicama skale kriterija,
- ⇒ pridodavanje pondera kriterijima sukladno njihovu relativnomu značenju,
- ⇒ odabir matematičkoga logaritma za rangiranje alternativa,
- ⇒ odabir alternative (Keeney 1992, Hajkowicz i Prato 1998).

Funkcionalnu razdiobu višekriterijskih metoda donošenja odluka pružaju Hajkowicz i dr. (2000a).

Prema njima osnovna je podjela metoda na kontinuirane i diskretne metode s obzirom na vid alternativa. Kontinuirane metode teže ka identifikaciji optimalne kvantitete ciljne vrijednosti, a najčešće su metode linearno i ciljno programiranje. Diskretne su metode karakterizirane konačnim brojem alternativa te skupom ciljeva i kriterija prema kojima će se vrednovati alternative s obzirom na koliko ispunjavaju cilj i kriterije (Hajkowicz i dr. 2000b). Diskretne se metode mogu podijeliti na metode ponderiranja i metode rangiranja (Nijkamp i dr. 1990), a svaka od navedenih skupina metoda dalje se može podijeliti na kvantitativne, kvalitativne ili miješane metode s obzirom na vrstu varijabli (nominalna, ordinarna, kontinuirana) kojom se opisuju varijable alternativa.

2. Teoretske osnove i primjene analitičkoga hijerarhijskoga i analitičkoga mrežnoga procesa u šumarstvu

Theoretical foundations and application of Analytic Hierarchical Process and Analytical Network Process in forestry

Teoretsku osnovu analitičkoga hijerarhijskoga procesa (AHP) razvio je Saaty (1977), pri čemu se elementi odluke izravno uspoređuju u smjeru od hijerarhijski nižega prema hijerarhijski višem elementu u skali od 1 do 9, s tim da se podaci o izravnim usporedbama mogu analizirati ili regresijskom analizom ili metodom najveće svojstvene vrijednosti.

AHP je često korištena metoda pri strateškom planiranju u šumarstvu (tablica 1). Počeci upotrebe metode padaju na kraj 80-ih (Varis 1989, Anselin i dr. 1989, Mendoza i Sprouse 1989), kada znanstvenici nastoje ispitati upravljanje šumama s izraženim ekološkim vrijednostima. Na njihovu tragu Kangas i Kuusipalo (1993) te Kangas i Pukkala (1996) nastoje kvantificirati zaštitu biološke raznolikosti pri upravljanju šumama. Iz tablice 1 vidljivo je da većinu primjena metode ustvari čine studije vezane uz upravljanje šumama s posebnim uvjetima zaštite prirode, no u isto vrijeme većina se istraživanja tiče problema odluka vezanih uz upravljanje šumama koje potječu od jednoga donositelja odluka. Prvi primjer uključivanja dionika u donošenje odluka je iz 1994. (Kangas 1994a) kada je autor ispitivao upravljanje šumama u Ruunaa, zaštićenom području u Finskoj. Slično su istraživanje proveli Qureshi i Harrison 2001, pri kojem su dionici odlučivali između četiri alternative upravljanja priobalnom vegetacijom u slivu rijeke Johnston u Australiji. Na strateškoj razini Ananda i Hearth (2003) ispitivali su opću politiku upravljanja šumama u Australiji, pri čemu je model AHP pokazao konzistentnost u predviđanju odabira dionika. Us-

poredbu nekoliko višekriterijskih metoda na strateškoj razini upotrijebio je Proctor (2000), koji je istražio da članovi Šumskoga foruma Novoga Južnoga Walesa preferiraju »krajnje« alternative upravljanja šumama (»politika drvne industrije« i »zaštita prirode«) nad kompromisnim, multifunkcionalnim alternativama.

Kombiniranje AHP s drugim analitičkim metodama prvi je upotrijebio Kangas (1993) kada je također primijenio regresijsku analizu pri proučavanju održivosti upravljanja staništima divljih životinja. Od drugih hibridnih metoda najčešće su one s višeatributnom teorijom korisnosti – MAUT (Pukkala i Kangas 1993, Kangas i dr. 2001) te one s heurističkom optimizacijom (Kangas i Pukkala 1996, Pukkala 1998, Pykäläinen i dr. 1999). AHP je također često korišten (Kangas 1994b, Pukkala i Kangas 1996, Alho i dr. 1996, Leskinen i Kangas 1998) pri analizi prioriteta između alternativnih odluka s uključenim nesigurnostima, koja se temelji na metodi pri kojoj su utjecaji alternativa na kriterije u obliku izravnih usporedbi, a svaka je usporedba prezentirana s vjerojatnošću pojavljivanja.

Prednosti primjene metode očituju se u fleksibilnosti korištenja različitih oblika dizajna modela i vrsta varijabli, jednostavnom razumijevanju načina rada modela i mogućnošću kombiniranja modela s drugim metodama analize. No metoda posjeduje i brojne nedostatke, pri čemu su najvažniji činjenica da dizajn modela u velikoj mjeri utječe na rangiranje alternativa te da metoda ne može biti korištena u situacijama u kojima postoji velik broj dionika, niti može vjerodostojno prikazati vrlo kompleksne sustave. Posljednji je stavak osobito bitan pri modeliranju održivoga upravljanja šumama, koje se, zbog kompleksnosti ekosustava te njegovih socijalnih i ekonomskih interakcija s društvom, teško može vjerno predstaviti modelom AHP. Navedeni su nedostaci ispravljeni u analitičkom mrežnom procesu (ANP).

Analitički je mrežni proces (Saaty 2001) generalizacija analitičkoga hijerarhijskoga procesa koja dopušta stvaranje ovisnosti i povratnih veza među jedinicama modela. Temelji se na izravnim usporedbama među elementima i klasterima elemenata koristeći diskretnu skalu odnosa. Jedan od preduvjeta korištenja modela ANP jest pažljivo dizajniranje strukture (definiranje klastera i njihovih elemenata – indikatora) te specificiranje odnosa između i unutar klastera, te na kraju uključivanje preddefiniranih alternativnih scenarija (odluka). Matematički gledano, model ANP predstavlja korištenje trostruke supermatrice (Saaty 2001), pri čemu se supermatrica bez pondera sastoji od blokova izravnih odnosa (usporedbi) među matricama, a odnos je označen pravcem, smjerom i intenzitetom (vektor). Važnost matrice

Tablica 1. Primjene metoda AHP i ANP s osnovnim obilježjima (modificirano na osnovi Ananda i Hearth 2009)

Table 1 Applications of AHP and ANP methods with their basic characteristics (modified on the basis of Ananda and Hearth 2009)

Autori (godina) Authors (year)	Država State	Br. d. No. d.	Br. kr. No. c.	Br. al. No. al.	Područje istraživanja Area of research
Analitički hijerarhijski proces – <i>Analytic Hierarchical Process</i>					
Ananda and Herath 2003.	Australija – <i>Australia</i>	112	3	3	Šumarstvo – <i>Forestry</i>
Anselin i dr. 1989.	Hipotetski – <i>Hypotetical</i>	1	3	-	Ekološko vrednovanje – <i>Ecological evaluation</i>
Mendoza i Sprouse 1989.	SAD – <i>USA</i>	1	4	3	Planiranje u šumarstvu u nesigurnom okruženju <i>Forest planning under fuzzy environments</i>
Varis 1989.	Hipotetski – <i>Hypotetical</i>	1	8	6	Upravljanje rezervatom – <i>Reservoir management</i>
Kangas 1992.	Finska – <i>Finland</i>	1	3	-	Planiranje u šumarstvu – <i>Forest planning</i>
Kangas 1993.	Finska – <i>Finland</i>	1	10	10	Vrednovanje alternativa pošumljavanja <i>Evaluating reforestation alternatives</i>
Pukkala i Kangas 1993.	Finska – <i>Finland</i>	1	-	4	Heuristička optimizacija planiranja u šumarstvu <i>Heuristic optimization in forest planning</i>
Kangas i Kuusipalo 1993.	Finska – <i>Finland</i>	1	9	-	Integriranje biološke raznolikosti u upravljanje šumama <i>Integrating biodiversity into forest planning</i>
Reynolds Holsten 1994.	SAD – <i>USA</i>	2/3/5	3	-	Rizici pojavnosti ekspanzije populacije potkornjaka <i>Risk factors for bark beetle outbreaks</i>
Kangas 1994b.	Finska – <i>Finland</i>	1	4	6	Uključivanje faktora rizika pri planiranju u šumarstvu <i>Incorporating risk attitudes in forestry</i>
Kangas 1994a.	Finska – <i>Finland</i>	14	-	-	Participacija dionika pri planiranju u šumarstvu <i>Public participation in forest planning</i>
Pukkala i Kangas 1996.	Finska – <i>Finland</i>	1	4	4	Heuristička metoda integracije rizika <i>Heuristic method of integrating risk attitudes</i>
Kangas i Pukkala 1996.	Finska – <i>Finland</i>	1	-	-	Planiranje zaštite biološke raznolikosti – <i>Biological diversity planning</i>
Kangas i dr. 1996.	Finska – <i>Finland</i>	3	5	10	Participativno planiranje u šumarstvu – <i>Participatory forest planning</i>
Alho i dr. 1996.	Finska – <i>Finland</i>	1	5	5	Utjecaj nesigurnosti na ekološke posljedice planiranja <i>Uncertainty in predictions of ecological consequences</i>
Alho i Kangas 1997.	Finska – <i>Finland</i>	3	3	6	Analiziranje nesigurnosti pri odlukama stručnjaka <i>Analyzing uncertainties in experts' judgments</i>
Kuusipalo i dr. 1997.	Indonezija – <i>Indonesia</i>	1	-	-	Održivo upravljanje šumama – <i>Sustainable forest management</i>
Leskinen i Kangas 1998.	Finska – <i>Finland</i>	-	24	-	Analiziranje nesigurnosti pri odlučivanju na osnovi intervalnih podataka <i>Analyzing uncertainties in interval judgment data</i>
Mendoza i Prabhu 2000.	Indonezija – <i>Indonesia</i>	6	4	10	Vrednovanje kriterija i indikatora upravljanja šumama <i>Evaluation of criteria and indicators for forest sustainability</i>
Kangas i dr. 2000.a,b	Finska – <i>Finland</i>	1	13	-	Unapređivanje krajobrazne sastavnice upravljanja šumama <i>Improving the quality of landscape ecological forest planning</i>
Kurttila i dr. 2000.	Finska – <i>Finland</i>	1	8	5	Certifikacija u šumarstvu – <i>Forest certification</i>
Proctor 2000.	Australija – <i>Australia</i>	22	-	-	Regionalno upravljanje šumama – <i>Regional forest planning</i>
Quaddus i Siddique 2001.	Bangladeš – <i>Bangladesh</i>	1	12	4	Planiranje održivoga razvoja – <i>Sustainable development planning</i>
Qureshi i Harrison 2001.	Australija – <i>Australia</i>	13	4	-	Upravljanje obalnom vegetacijom – <i>Riparian revegetation options</i>
Duke i Aull-Hyde 2002.	SAD – <i>USA</i>	129	12	4	Zaštita poljoprivrednih imanja – <i>Farmland preservation</i>
Qureshi i Harrison 2003.	Australija – <i>Australia</i>	13	17	4	Upravljanje obalnom vegetacijom – <i>Riparian revegetation options</i>
Analitički mrežni proces – <i>Analytic Network Process</i>					
Wolfslehner i dr. 2005.	Austrija – <i>Austria</i>	1	43	4	Upravljanje gospodarskom jedinicom <i>Planning on the level of forest management unit</i>
Vacik i dr. 2007.	Austrija – <i>Austria</i>	1	33	4	Upravljanje gospodarskom jedinicom <i>Planning on the level of forest management unit</i>
Wolfslehner i Vacik 2008.	Austrija – <i>Austria</i>	1	12	4	Upravljanje gospodarskom jedinicom <i>Planning on the level of forest management unit</i>
Wolfslehner i Vacik 2011.	Austrija – <i>Austria</i>	1	35	-	Nacionalno održivo upravljanje šumama <i>Sustainable forest management on national level</i>

Br. d. (broj donositelja odluka) – No. d. (Number of decision makers)

Br. kr. (broj kriterija) – No. c. (Number of criterion)

Br. al. (broj alternativa) – No. al. (Number of alternatives)

(elementa) u supermatrici određena je ponderom definiranim jednadžbom:

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (1)$$

Gdje je:

A predmetna matrica

λ_{\max} najveća svojstvena vrijednost od A

w vektor prioriteta

t_a temperatura zraka, °C

Navedeno omogućuje dizajniranje modela ANP slobodno od bilo kakve preddefinirane strukture te se može prilagoditi prezentiranju sustava bez obzira na njihovu složenost, dok se sami modeli mogu i naknadno modularno proširivati kako bi se uzele u obzir nove varijable odluke, novi dionici, alternative ili nove analize.

Wolfslehner i dr. (2005) pokazali su kako je ANP prikladna metodologija za implementaciju višekriterijskih modela odlučivanja u šumarstvu, koja može vjerodostojno prikazati ekološko-tehnološke funkcionalne odnose balansiranjem među indikatorima, te u usporedbi s AHP pokazao je veću osjetljivost modeliranja na vrijednost funkcija i manju ovisnost rezultata o dizajnu modela. Vacik i dr. (2007) provode studiju odlučivanja o upravljanju smrekovom kulturom kombinirajući model ANP s okvirom DSPIR (*Driver – Pressure – State – Impact – Response*; Kristensen 2004), pri čemu se pokazalo da je najbolje prevesti kulturu u preborno šumu s bukvom, smrekom i jelom. Sam je model pokazao osjetljivost rezultata prema postavljanju brojnih indikatora (33) u sustav DSPIR (dominirajući sustav nacionalnoga i međunarodnoga izvještavanja o okolišu; EEA, 2005) i na njihove međudnose te time i potrebu za izlučivanjem ključnih indikatora.

Navedeno su proveli Wolfslehner i Vacik (2008), koji na osnovi prethodnih istraživanja (Wolfslehner i dr. 2003) stvaraju razrađen model ANP upravljanja gospodarskom jedinicom preborne strukture s četiri vremenska koraka (0, + 40 god., + 80 god. i + 120 god. scenarij), s tim da su ključni indikatori (12) razrađeni prema okviru PSR (*Pressure – State – Response*; Pritisak – Stanje – Odgovor) Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD 1993) koji je razvijen za analizu okoliša u ekonomskom kontekstu na nacionalnoj razini, ali je korišten na nižim planskim i operativnim razinama u šumarstvu i pri upravljanju prirodnim resursima (Crabtree i Bayfield 1998, Kammerbauer i dr. 2001, Firbank i dr. 2003). I premda se upotrijebljeni okvir PSR razrade indikatora pokazao prigodnim za ANP modeliranje, autori su ukazali na problem nedostatka vizualizacije mreže indikatora, čime bi se omogućilo preciznije definiranje njihovih

međuviznosti, a time i povećala razina valjanosti same odluke.

Daljnji napredak na tom polju učinili su Wolfslehner i Vacik (2011), kada su pomoću kognitivnih mapa izradili tri tipa modela ANP: hijerarhijski, mrežni i DSPIR. Od navedenih najprikladnijim se pokazao model DSPIR, jer su njegovi nedostaci (Vacik i dr. 2007) smanjeni vizualizacijom modela. Autori predviđaju korištenje navedenih modela pri *ex-ante* analizama upravljanja šumama, no također upućuju na činjenicu da je bespredmetno provoditi takvo istraživanje bez cjelovitih ulaznih podataka, što je za sada slučaj u većini zemalja (MCPFE kvantitativni indikatori, UNECE/FAO 2007). Premda visoka razina modularnosti korištenja metode ANP omogućuje vjerodostojno prikazivanje kompleksnih sustava kao što je upravljanje šumama, navedeno predstavlja i njezin najveći nedostatak – zbog velikoga broja međuviznosti te time i visoke razine zahtjevnosti provođenja istraživanja primjena metode za sada je isključivo u akademskoj sferi.

3. Koncept istraživačke metodologije korištenja modela AHP i ANP u održivom upravljanju šumama *Concept of research methodology of using AHP and ANP models in sustainable forest management*

Osnove teoretskih postavki višekriterijskih modela odlučivanja lako su dostupne (Ananda i Heart 2009), kao i pregledi njihovih primjena u šumarstvu (Diaz-Balteiro i Romero 2008, Ananda i Heart 2009, Šporčić i dr. 2010); međutim, pri njihovoj implementaciji treba imati na umu da znanstvenu utemeljenost njihove primjene u jednakoj mjeri određuje pravilno korištenje metode koliko i znanstvena validnost načina na koji je sam model konstruiran. Preduvjet za provođenje istraživanja s višekriterijskim modelima odlučivanja jest da znanstvenik koji ga provodi posjeduje funkcionalno znanje o modelima i o samoj tematici istraživanja; no, iz sekundarnoga istraživanja relevantne literature očigledno je da poznavanje tematike područja istraživanja predstavlja kritičnu točku pri korištenju višekriterijskih modela u šumarstvu. Kompleksnost sustava nad kojima se obavljaju istraživanja rijetko ostavljaju mogućnost znanstveniku da ga sam modelira na odgovarajući način, a u slučaju upravljanja šumama kao sustava koji se sastoji od svoje biološke, ekonomske i socijalne komponente to je gotovo nemoguće. Zbog navedenoga potrebno je proširiti listu osoba koje sudjeluju u kreiranju modela sukladno njegovu sadržaju. No korištenje višekriterijskih modela rijetko se kada ko-

risti hipotetski (Anselin i dr. 1989, Varis 1989), već se gotovo isključivo koristi na nekoj razini upravljanja, što može varirati od gospodarske jedinice (Wolfslehner i Vacik 2008) pa sve do nacionalne razine (Ananda i Hearth 2003). Analizom preko 5000 projekata vezanih uz upravljanje prirodnim resursima (Ostrom 1990) pokazalo se da je jedan od odlučujućih čimbenika uspjeha njihove implementacije uključenost dionika u različite faze projekta, od kojih su najvažniji bili uključenost u formulaciju i implementaciju. To je i u skladu s načelima održivoga upravljanja šumama (proces MCPFE, montrealški proces), s međunarodnim zakonodavstvom vezanim uz razvoj demokracije (helsinški proces) te s načelima i sukladnim obavezama certifikacije u šumarstvu (stavovi FSC i PEFC).

Donosimo jednostavan i kratak pregled potpunoga procesa donošenja odluka u situaciji koja zahtijeva korištenje višekriterijskih modela, a odnosi se na stvarnu situaciju, i prilagođena okruženju da može pružiti znanstveno utemeljena rješenja koja se mogu implementirati.

⇒ Definiranje problema

Definira se istraživačko pitanje. Istraživač samostalno definira istraživačko pitanje koje određuje sve daljnje korake. Uz samo pitanje potrebno je taksativno navesti glavne metodološke elemente te glavne skupine dionika i znanstvenih grana kojih se problem dotiče. Često se nedovoljno pažnje posvećuje ovom koraku.

⇒ Identifikacija dionika

Istraživač određuje *ad hoc* radnu skupinu (4 – 10 osoba) koju sačinjavaju pripadnici glavnih skupina dionika i relevantnih znanstvenih grana. Njihov je zadatak da identificiraju sve moguće dionike. Preporučuje se *brainstorming* metoda grupnoga odlučivanja za primarnu identifikaciju. Nakon toga radna skupina grupira dionike na osnovi važnosti prema nekoj od metoda analize dionika (kao što je mreža utjecaja i interesa), s tim da se i stručnjaci relevantnih znanstvenih grana također tretiraju kao dionici. Sama razrada važnosti dionika određuje težište daljnjega istraživanja, a time i glavne elemente višekriterijskoga modela. Sukladno navedenoj razradi potrebno je odabrati odgovarajuću metodologiju.

⇒ Analiza dionika

S obzirom na rezultate 2. koraka istraživač kreira upitnik. Preporučuje se obaviti pretestiranje upitnika na osobama koji nisu članovi radne skupine, i tom prilikom ispitati eventualne dionike ili tematske elemente koji su propušteni u 2. koraku. Upitnik se distribuira u stratificiranom uzorku koji odgovara važnosti dionika. Korištenjem upitnika nastoje se definirati stavovi dionika prema problemu i prema ostalim dionicima. Odnosi prema problemu definiraju

glavne elemente višekriterijskoga modela te preliminarne veze između elemenata.

⇒ Razvoj alternativa

Radna skupina iz 2. koraka (eventualno proširena na osnovi nalaza iz 3. koraka) definira alternative na osnovi rezultata analize upitnika. Važnost elemenata alternativa određuje se iz odnosa dionika prema problemu, a sadržaj elemenata alternativa određuje se iz analize međuodnosa dionika kako bi pojedine alternative odražavale stavove ključnih skupina.

⇒ Modeliranje sustava

Ovim se korakom trebaju definirati odnosi između svih sastavnica modela (cilj, kriteriji, dodatni elementi, alternative). Odnosi između elemenata modela njegov su najvažniji dio, važniji čak i od samoga dizajna modela (Wolfslehner i Vacik 2011), no kako se s linearnim povećanjem broja elemenata broj međuodnosa elemenata povećava eksponencijalno, grupno odlučivanje o navedenom je vrlo zahtjevno. Prema mogućnosti (dovoljan proračun) problem je moguće riješiti višednevnom radionicom (Brang i dr. 2002), a u slučaju manjega proračuna s manjim brojem upućenih predstavnika dionika primjenom *delphi* metode (Wolfslehner i dr. 2003), a u slučaju većega broja dionika metodom produbljenih intervjua (Giupponi i dr. 2006) i kognitivnih mapa (Wolfslehner i Vacik 2011).

⇒ Analiza modela

Cilj svake analize modela jest odabir alternative, tj. donošenje odluke. No kako ni jedan višekriterijski model ni njegovi podaci ne odražavaju u potpunosti stvarnu situaciju, pa tako određivanje prioritete alternative treba shvatiti samo kao pomoć pri stvarnom donošenju odluke, čija se vrijednost može povećati pomoću razrada kao što su analiza osjetljivosti (Ying i dr. 2007), analiza SWOT (Kurttila i dr. 2000), dodavanjem viševremenskih horizonata (Wolfslehner i Vacik 2008) ili čak višestrukim modelima (Wolfslehner i Vacik 2011).

4. Koncept-model analitičkoga mrežnoga procesa – *Concept model of Analytical Network Process*

Sukladno predloženoj metodologiji izloženoj u prethodnom poglavlju (5. korak), okvirni je koncept modela ANP prikazan na slici 1. Taj je model namijenjen korištenju za upravljanje gospodarskom šumom na razini gospodarske jedinice ili stanišnoga tipa pri jednom vremenskom horizontu ili više njih. Cilj je »održivo upravljanje šumama« s ovom definicijom: »Upravljanje i korištenje šuma i šumskoga zemljišta na način koji održava njezin biološki, pro-

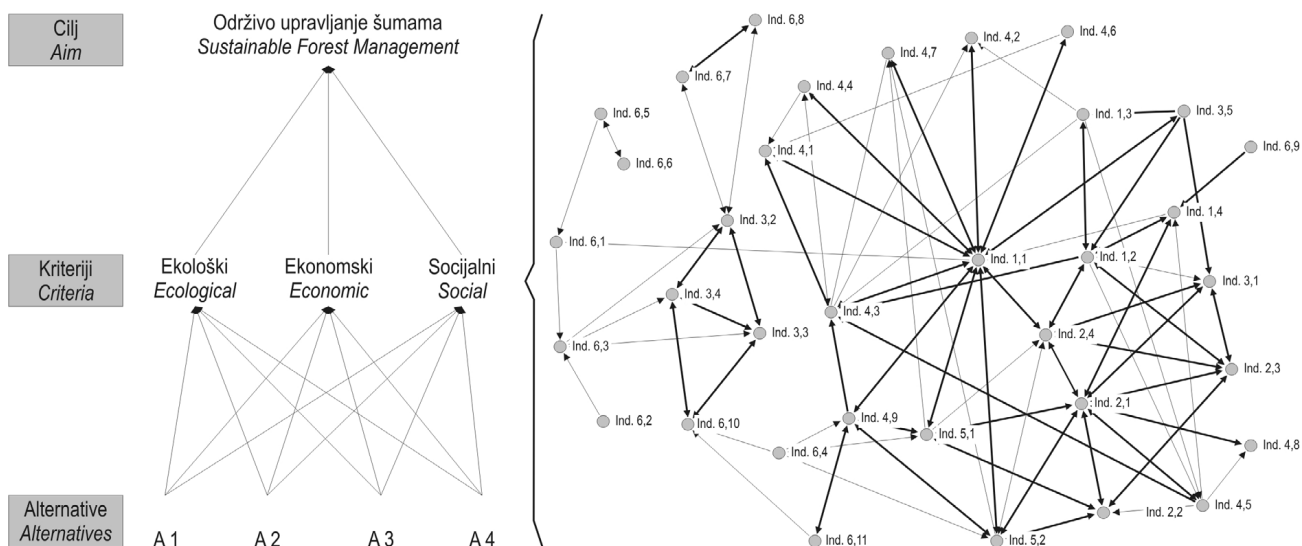
dukcijski i regeneracijski kapacitet, vitalnost te potencijal da ispuni sada i u budućnosti relevantne ekološke, ekonomske i socijalne funkcije na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini, te da se pri tom ne čini šteta drugim ekosustavima» (MCPFE, H1 rezolucija, 1993). Ta je generička definicija razrađena kroz indikatore. Preporučuje se upotreba paneuropskih unaprijeđenih kvantitativnih kriterija i indikatora (MCPFE, Beč 2002). Najpotpunija razrada cjelovitih paneuropskih indikatora napravljena je u Rendquandtovoj disertaciji (2007; prikazana na slici 1), a u slučaju ograničenoga proračuna moguće je pristupiti analizi prioriteta kriterija (Wolfslehner i dr. 2003), odabiru ključnih indikatora (Wolfslehner i dr. 2008) ili pak dizajniranju novih indikatora i njihovih međuovisnosti specifično za pojedini slučaj (Brang i dr. 2002). Broj alternativa odluke nije definiran, premda većina dosadašnjih modela ima ih 4 do 5, a sastoji se od sljedećih cjelina:

- ⇒ sustav sječa,
- ⇒ uzgojni radovi,
- ⇒ zaštita šuma,
- ⇒ šumske prometnice,
- ⇒ drvni i nedrvni šumski proizvodi,
- ⇒ utjecaj na zaštitu prirode te lovstvo.

Alternative odluke nalaze se u gradaciji od sustava zaštite prirode pa do upravljanja šumom s primarnom namjenom pridobivanja drva, s tim da se krajnja opcija bez korištenja prirodnih resursa često ne navodi jer kao takva ne udovoljava ekonomskim kriterijima održivoga upravljanja šumama (no koristi se pri upravljanju zaštićenim područjima).

5. Diskusija i zaključak – Discussion and conclusions

Uza sve opisane prednosti i nedostatke analitičkoga hijerarhijskoga i analitičkoga mrežnoga procesa njihovo se korištenje čini primjerenim za donošenje odluka u šumarstvu. No, sami modeli u većini slučajeva nastaju kao odraz shvaćanja problema nekolicine znanstvenika, čime su zastupljeni samo formalni aspekti (Krott 2005) i pri čemu nema analize implementacije preferirane alternative. Taj nedostatak čini višekriterijske modele samo jednim od pomoćnih alata pri donošenju odluka i predstavlja razlog zbog kojega se težište istraživanja šumarske politike polako prenosi na analize koje obuhvaćaju širi kontekst implementacije okvirno zadanoga rješenja prema načelima »mekoga upravljanja« (engl. *governance*; Buttoud i dr. 2004, UNDP 2006, WB – ARD 2009, Secco i dr. 2010). Taj su nedostatak znanstvenici pokušali riješiti povećanjem broja donositelja odluka, no to je samo djelomično rješenje; tek potpuna višestupanjska integracija modela u njegovo okruženje, kao što je konceptno pružena u prethodnom poglavlju ili kroz pristup *NetSyMoD* (Giupponi 2006), može omogućiti podršku za donošenje odluke, čija je implementacija usklađena s njezinim ekološkim, društvenim te ekonomskim okruženjem i implikacijama. Takva razrada problema, nažalost, traži puno vremena i materijalnih resursa čineći ju neprikladnim za operativno šumarstvo, pa se može očekivati da će se prezentirani metodološki okviri upotrebljavati kada postoje izražene visoke vrijednosti šuma (npr. pri upravljanju zaštićenim pod-



Slika 1. Koncept-model ANP (razrada kriterija na temelju Rendquandt 2007)

Fig. 1 ANP concept model (dissemination of criteria based on Rendquandt 2007)

ručjima s manjim ograničenjima u korištenju prirodnih resursa) ili pri široko primjenjivim modelima, kao što su više razine planiranja u šumarstvu (npr. ekološko-gospodarski tip, stanišni tip), integralno planiranje NATURA 2000 područjima ili upravljanje zaštićenim vrstama i staništima prema Direktivi o staništima (EC 92/43/EEC) i Direktivi o pticama (2009/147/EC).

Ako se rangiraju metode za pomoć u donošenju odluka prema udjelu stručnih stajališta s jedne strane i udjelu stajališta dionika druge strane, višekriterijski se modeli nalaze u sredini između ekonomskih analiza troška i dobiti s evaluacijom okolišnih komponenti te participativnoga integralnoga upravljanja. Predstavljene koncepte istraživačke metodologije omogućuju im da dostignu stručnu razinu evaluacije uz istodobnu prilagođenost implementaciji, a razrada je takvih modela izazov za buduća istraživanja.

6. Literatura – References

Alho, J. A., J. Kangas, O. Kolehmainen, 1996: Uncertainty in expert predictions of the ecological consequences of forest plans. *Applied Statistics*, 45(1): 1–14.

Ananda, J., G. Hearth, 2009: A critical review of multi-decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological Economics*, 68(10): 2535–2548.

Ananda, J., G. Herath, 2003: Incorporating stakeholder values into regional forest planning: a value function approach. *Ecological Economics*, 45(1): 189–206.

Anselin, A., P. M. Meire, L. Anselin, 1989: Multi-criteria techniques in ecological evaluation: an example using the analytic hierarchy process. *Biological Conservation*, 49(3): 215–229.

Bergeron, Y., B. Harvey, 1997: Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec. *For. Ecol. Manage.*, 92(1–3): 235–242.

Brang P., B. Courbaud, A. Fischer, I. Kissling-Näf, D. Pettenella, W. Schönenberger, J. Spörk, V. Grimm, 2002: Developing indicators for the sustainable management of mountain forests using a modelling approach. *Forest Policy and Economics*, 4(2): 113–123.

Burgess, J., J. Clark, C. M. Harrison, 2000: Knowledge in action: an actor network analysis of a wetland agri-environment scheme. *Ecological Economics*, 35(1): 119–132.

Buttoud, G., B. Solberg, I. Tikkanen, B. Pajari, 2004: The Evaluation of Forest Policies and Programmes. *EFI Proceedings No. 52*. European Forest Institute, Joensuu, Finland.

Crabtree, B., N. Bayfield, 1998: Developing sustainability indicators for mountain ecosystems: a study of the Cairngorms, Scotland. *Journal of Environmental Management*, 52(1): 1–14.

Davis, L. S., K. N. Johnson, P. Bettinger, T. Howard, 2001: *Forest Management to Sustain Ecological Economic and*

Social Values, 4th ed. McGraw-Hill Publishing Company, New York, 804 str.

Diaz-Balteiro, L., C. Romero, 1997: Modelling timber harvest scheduling problems with multiple criteria: an application in Spain. *Forest Science*, 44(1): 47–57.

Duke, J. M., R. Aull-Hyde, 2002: Identifying public preferences for land preservation using the analytic hierarchy process. *Ecological Economics*, 42(1–2): 131–145.

EEA (European Environment Agency), 2005: . European Environment Agency EEA Technical Report No 1. Luxembourg.

Firbank, L. G., C. J. Barr, R. G. H. Bunce, M. T. Furse, R. Haines-Young, M. Hornung, D. C. Howard, J. Sheail, A. Sier, S. M. Smart, 2003: Assessing stock and change in land cover and biodiversity in GB: an introduction to Countryside Survey 2000. *Journal of Environmental Management*, 67(3): 207–218.

Giupponi, C., R. Camera, A. Fassio, A. Lasut, J. Mysiak, A. Sgobbi, 2006: *Network Analysis, Creative System Modelling and Decision Support: The NetSyMoD Approach*. The Fondazione Eni Enrico Mattei, radni papir, 46 str.

Gregory, R., R. L. Keeney, 1994: Creating policy alternatives using stakeholder values. *Management Science*, 40(8): 1035–1048.

Hajkowicz, S. A., T. Prato, 1998: Multiple objective decision analysis of farming systems in Goodwater Creek Watershed, Missouri. *Research Report No. 24*, Centre for Agriculture, Resources and Environmental Systems, Columbia, Missouri.

Hajkowicz, S. A., G. T. McDonald, P. N. Smith, 2000a: An evaluation of multiple objective decision support weighting techniques in natural resource management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(4): 505–518.

Hajkowicz, S. A., M. Young, S. Wheeler, D. H. MacDonald, D. Young, 2000b: Supporting decisions: understanding natural resource management assessment techniques. A Report to the Land and Water Resources Research and Development Corporation. CSIRO, South Australia.

Kammerbauer, J., B. Cordoba, R. Escolan, S. Flores, V. Ramirez, J. Zeledon, 2001: Identification of development indicators in tropical mountainous regions and some implications for natural resource policy designs: an integrated community case study. *Ecological Economics*, 36(1): 45–60.

Kangas, J., 1992: Multiple-use planning of forest resources by using the analytic hierarchy process. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7: 259–268.

Kangas, J., 1993: A multi-attribute preference model for evaluating the reforestation chain alternatives of a forest stand. *Forest Ecology and Management*, 59(3–4): 271–288.

Kangas, J., 1994a: An approach to public participation in strategic forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 70(1–3): 75–88.

Kangas, J., 1994b: Incorporating risk attitude into comparison of reforestation alternatives. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9(3): 297–304.

Kangas, J., L. A. Hytönen, T. Loikkanen, 2000a: Integrating the AHP and HERO into the process of participatory natural resource planning. U: D. Schmoldt, J. Kangas, G. M. Mendoza, M. Pesonen (ur.), *The Analytic Hierarchy Process*

in Natural Resources and Environmental Decision-making, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, str. 131–147.

Kangas, J., T. Loikkanen, T. Pukkala, J. Pykäläinen, 1996: A participatory approach to tactical forest planning. *Acta Forestalia Fennica Monograph No. 256*. The Finnish Society of Forest Science and the Finnish Forest Research Institute.

Kangas, J., J. Kuusipalo, 1993: Integrating biodiversity into forest management planning and decision-making. *Forest Ecology and Management*, 61(1–2): 1–15.

Kangas, J., R. Store, P. Leskinen, L. Mehtätalo, 2000b: Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. *Forest Ecology and Management*, 132(2–3): 157–171.

Kangas, J., T. Pukkala, 1996: Operationalization of biological diversity as a decision objective in tactical forest planning. *Canadian Journal Forest Research*, 26(1): 103–111.

Kurttila, M., M. Pesonen, J. Kangas, M. Kajanus, 2000: Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis — a hybrid method and its application to a forest certification case. *Forest Policy and Economics*, 1(1): 41–52.

Kuusipalo, J., J. Kangas, L. Vesa, 1997: Sustainable forest management in tropical rain forests: a planning approach and case study from Indonesian Borneo. *Journal of Sustainable Forestry*, 5(3–4): 93–118.

Kangas, J., A. Kangas, P. Leskinen, J. Pykäläinen, 2001: MCDM methods in strategic planning of forestry on state-owned lands in Finland: applications and experiences. *Journal of Multi-Criteria Analysis*, 10(5): 257–271.

Keeney, R. L., 1992: *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Analysis*. Harvard University Press, Cambridge.

Kristensen, P., 2004: The DPSIR Framework. Paper presented at the 27–29 September 2004 workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya.

Krott, M., 2005: *Forest Policy Analysis*. Springer, 1–323.

Leskinen, P., J. Kangas, 1998: Analyzing uncertainties of interval judgment data in multiple-criteria evaluation of forest plans. *Silva Fennica*, 32(4): 363–372.

Mendoza, G., R. Prabhu, 2000: Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management*, 131(1–3): 107–126.

Mendoza, G. A., W. Sprouse, 1989: Forest planning and decision-making under fuzzy environments: an overview and illustration. *Forest Science*, 35(2): 481–502.

Nijkamp, P., P. Rietveld, H. Voogd, 1990: *Multi-criteria Evaluation in Physical Planning*. North-Holland, Amsterdam, 219 str.

MCPFE konvencije i rezolucije,

Ostrom, E., 1990: *Governing the commons*. Cambridge University Press, Cambridge, 280 str.

Proctor, W., 2000: Towards sustainable forest management: an application of multicriteria analysis to Australian forest policy. Third International Conference of the European Society for Ecological Economics, May 3–6. Vienna, Austria.

Pukkala, T., 1998: Multiple risks in multi-objective forest planning: integration and importance. *Forest Ecology and Management*, 111(2–3): 265–284.

Pukkala, T., J. Kangas, 1993: A heuristic optimization method for forest planning and decision-making. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8(4): 560–570.

Pukkala, T., J. Kangas, 1996: A method for integrating risk and attitude toward risk into forest planning. *Forest Science*, 42(2): 198–205.

Pykäläinen, J., J. Kangas, T. Loikkanen, 1999: Interactive decision analysis in participatory strategic forest planning: experiences from state owned boreal forests. *Journal of Forest Economics*, 5(3): 341–364.

Rendquardt, A., 2007: *Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: Networking Structures and Data Potentials of International Data Sources*. Disertacija, Sveučilište u Hamburgu, Fakultet za matematiku, informatiku i prirodne znanosti, Hamburg, 229 str.

OECD, 1993: *Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews: A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment*. Environment Monographs, Vol. 83, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Quaddus, M. A., M. A. B. Siddique, 2001: Modelling sustainable development planning: a multi-criteria decision conferencing approach. *Environment International*, 27(2–3): 89–95.

Qureshi, M. E., S. R. Harrison, 2001: A decision support process to compare riparian revegetation options in Scheu Creek catchment in North Queensland. *Journal of Environmental Management*, 62(1): 101–112.

Qureshi, M. E., S. R. Harrison, 2003: Application of the analytic hierarchy process riparian revegetation policy options. *Small-scale Forest Economics, Management and Policy*, 2(3): 441–458.

Reynolds, K. M., 2005: Integrated decision support for sustainable forest management in the United States: fact or fiction? *Comput. Electron. Agric.*, 49(1): 6–23.

Reynolds, K. M., E. H. Holsten, 1994: Relative importance of risk factors for spruce beetle outbreaks. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(10): 2089–2095.

Saaty, T. L., 1977: A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3): 234–281.

Saaty, T. L., 2001: *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publishers, Pittsburgh.

Secco, L., R. Da Re, P. I. Gatto, D. T. Tassa, 2010: How to Measure Governance in Forestry: Key Dimensions and Indicators from Emerging Economic Mechanisms. Konferencija FAO-a Emerging economic mechanisms: implications for forest – related policies and sector governance. 6. – 8. rujan 2010, Ancona

Schaller, L., R. Hubner, J. Kantelhardt, 2010: Climate change mitigation via peatland management – Challenges for rural areas. 9th European IFSA Symposium, 4–7 July 2010, Vienna (Austria), str. 1328–1337.

Šporčić, M., M. Landekić, M. Lovrić, S. Bogdan, K. Šegodić, 2010: Multiple criteria decision making in forestry – methods and experiences. *Šumarski list*, 134(5–6): 275–284.

Diaz-Balteiro, L., C. Romero, 2008: Making forestry decisions with multiple criteria: A review and an assessment. *Forest Ecology and Management*, 255(8–9): 3222–3241.

UNDP, 2006: Governance Indicators, A User's Handbook. United Nation Development Programme.

UNECE/FAO, 2007: State of Europe's Forests 2007. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Liaison Unit Warsaw.

Varis, O., 1989: The analysis of preferences in complex environmental judgements a – focus on the analytichierarchy process. *Journal of Environmental Management*, 28(4): 283–294.

Vacik, H., B. Wolfslehner, R. Seidl, M. J. Lexer, 2007: Integrating the DPSIR-approach and the Analytic Network Process for the assessment of forest management strategies. U: K. Reynolds, K. Rennolls, M. Kohl, A. Thomson, M. Shannon, D. Ray (ur.), *Sustainable Forestry: From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science*, CABI Publishing, Vienna

WB – ARD, 2009: Roots for Good Forest Outcomes: An Analytical Framework for Governance Reforms. Report no.

49572 – GLB, The World Bank, Agriculture and Rural Development Department, Washington.

Wolfslehner B., H. Vacik, M. J. Lexer, A. Wuurz, E. Hochbichler, R. Klumpp, J. Spork, 2003: A system analysis approach for assessing sustainable forest management at FMU level. *FAO Forestry Department: XII World Forestry Congress–Forest's Source of Life*, September 21–28th, Quebec.

Wolfslehner, B., H. Vacik, M. J. Lexer, 2005: Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207(1–2): 157–170.

Wolfslehner, B., H. Vacik, 2008: Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework. *Journal of Environmental Management*, 88(1): 1–10.

Wolfslehner, B., H. Vacik, 2011: Mapping indicator models: From intuitive problem structuring to quantified decision-making in sustainable forest management. *Ecological indicators*, 11(2): 274–283.

Ying, X., Z. Guang-Ming, C. Gui-Qiu, T. Lin, W. Ke-Lin, H. Dao-You, 2007: Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality – A case study of Hunan Province, China. *Ecological Modelling*, 209(2–4): 97–109.

Abstract

Analytical Hierarchical Process and Analytical Network Process in the Context of Sustainable Forest Management

Decision making in forestry is characterized by multiple goals of management and by a wide specter of stakeholders, where the choice among the decision alternatives on any level of decision making or in any time horizon must take into consideration different values that are not directly comparable, and face the uncertainty of their implementation. Multiple-criteria decision making models are one of decision support tools, from which the theoretical basis and the forestry related implementation of the Analytical Hierarchical Process and Analytical Network Process have been presented. These models have been developed in a conceptual framework of research of sustainable forest management with the incorporation of opinions of experts and stakeholders, which secures the possibility of implementation of the preferred alternative. As a contribution to the framework, a preliminary model of the analytical network process for operational management of economical forest has been made, and the possibilities of the implementation of the respective models have been analyzed.

Keywords: Multiple-criteria decision making models, AHP, ANP, sustainable forest management

Autorova adresa – Author's address:

Marko Lovrić, dipl. inž. šum.
e-pošta: mlovric@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA

Primljeno (Received): 14. 9. 2010.
Prihvaćeno (Accepted): 1. 11. 2010.

Pregled europskih normi za drveno iverje

Dinko Vusić, Zdravko Pandur

Nacrtak – Abstract

U radu je opisan postupak donošenja normi CEN i vrste normativnih dokumenata. Prikazan je popis svih dokumenata Tehničkoga odbora 335 – Čvrsta biogoriva u čijoj je nadležnosti normiranje drvenoga iverja za energiju. Normom EN 14961–1:2010 Čvrsta biogoriva – Specifikacije goriva i klase – Prvi dio: Opći zahtjevi propisane su specifikacije drvenoga iverja za energiju i veze s normama kojima se ispituju pojedina svojstva. Kako je prema navedenoj normi za drveno iverje obvezno specificirati dimenzije, udio vlage i udio pepela, ukratko je objašnjen opći princip analize, prikazana je razredba prema dopuštenim vrijednostima i opisan utjecaj pojedinoga svojstva na uporabu i trgovinu drvenim iverjem za energiju. Prikazani su rezultati istraživanja prirodnoga prosušivanja složaja energijskoga drva hrasta i jasena.

Ključne riječi: drveno iverje, norma CEN, granulometrijska struktura, udio vlage, udio pepela

1. Uvod – Introduction

Norma je tehnička publikacija koja se koristi kao pravilo, smjernica ili definicija. Norme kojima se opisuju značajke i kakvoća pojedinoga proizvoda jamče jednakovrsnost proizvoda neovisno o mjestu i načinu proizvodnje. Međunarodne norme, dragovaljno prihvaćene na nacionalnoj razini ili nacionalne norme usklađene s međunarodnima pretpostavka su za razvoj svjetskoga tržišta (Krpan i Šušnjar 1999).

Europski normacijski odbor – CEN (fr. *Comité Européen de Normalisation*/engl. *European Committee for Standardization*) osnovan je 1961. godine radi stvaranja europskih normi kao pretpostavke za razvoj jedinstvenoga europskoga tržišta. Bečkim sporazumom 1991. godine Europski normacijski odbor CEN i Međunarodna normacijska organizacija – ISO (*International Organization for Standardization*) ugovaraju suradnju na prihvaćanju postojećih međunarodnih normi kao europskih normi i izradi novih (Krpan i Šušnjar 1999). U Republici Hrvatskoj ostvarivanje ciljeva normacije i obavljanje poslova i zadataka nacionalne normacije obavlja javna ustanova Hrvatski zavod za norme (Narodne novine, 154/ 2004).

Norme se donose konsenzusom svih zainteresiranih strana, proizvođača, potrošača i regulatora pojedinih materijala, proizvoda, procesa ili usluga. Konsenzus odražava ekonomske i socijalne interese zemalja članica CEN-a, koje putem nacionalnih odbora, tijekom procesa donošenja norme utječu na njezin konačni izgled. Proces donošenja norme počinje prijedlogom kojega u pravilu može dati svaka zainteresi-

rana strana. Tehnički odbor CEN-a, u čijem je djelu krugu prijedlog, odlučuje o prihvaćanju prijedloga i dodjeljivanju prihvaćenoga projekta normacije radnoj grupi koja treba napraviti nacrt norme (prEN). Nacrt norme prolazi javnu raspravu u koju se mogu uključiti sve zainteresirane strane preko nacionalnih odbora. Uvažavajući komentare nastale javnom raspravom konačna verzija nacrta norme vraća se nacionalnim odborima na usvajanje. Nakon prihvaćanja svaka od zemalja članica CEN-a usvaja novu europsku normu (EN) kao svoju nacionalnu normu (za Hrvatsku HRN EN) i povlači sve dosadašnje nacionalne norme koje su u koliziji s novousvojenom. Na opisani način europska norma postaje nacionalna u zemljama članicama CEN-a i osigurava proizvođačima i trgovcima olakšan pristup tržištima svih zemalja koje primjenjuju europske norme. Kako bi se osigurala aktualnost norme, barem jednom u svakih pet godina, provodi se recenzija. Kao rezultat recenzije norma može biti potvrđena, povučena ili izmijenjena i dopunjena.

Tehnička je specifikacija (TS) normativni dokument koji propisuje tehničke zahtjeve što ih mora zadovoljavati proizvod, proces ili usluga. Odobrava ju Tehnički odbor; npr. CEN/TS 14778–1:2005 Čvrsta biogoriva – Uzorkovanje – Prvi dio: Metode uzorkovanja. Za razliku od nacrta norme ne prolazi javnu raspravu i glasovanje. Njezina je uporaba ograničena na dvije do tri godine. Razvijena je kao prednorma koja sadrži tehničke zahtjeve za novu tehnologiju ili se razvija kada postoje alternative koje moraju koeg-

zistirati u očekivanju budućega usklađivanja koje će omogućiti sporazum o europskoj normi. Tehnička specifikacija nema status europske norme, ali može biti prihvaćena kao nacionalna norma. Nakon usvajanja odgovarajuće europske norme tehnička se specifikacija povlači.

Tehničko je priopćenje (TR) dokument koji pruža informacije o tehničkom sadržaju normacijskoga rada, a namijenjen je zemljama članicama CEN-a, Europskoj komisiji i sličnim tijelima; npr. CEN/TR 15569:2009 Čvrsta biogoriva – Vodič za sustav osiguranja kakvoće. Informacije sadržane u tehničkom priopćenju uglavnom su različite od informacija objavljenih u europskoj normi (EN).

2. Europske norme za drvno iverje *European standards for wood chips*

Normacija se drvnoga iverja provodi u Tehničkom odboru 335 – Čvrsta biogoriva (CEN/TC 335 – *Solid biofuels*). Pregled objavljenih dokumenata CEN-ova

Tehničkoga odbora 335 krajem 2010. godine prikazan je u tablici 1.

Normom EN 14961–1:2010 Čvrsta biogoriva – Specifikacije goriva i klase – Prvi dio: Opći zahtjevi propisane su specifikacije drvnoga iverja za energiju i veze s normama kojima se ispituju pojedina svojstva. Drvno je iverje jedan od trgovačkih oblika čvrstoga biogoriva. Prema porijeklu drvno je iverje drvna biomasa šuma ili plantaža, ostatak drvnoindustrijske prerade, reciklirano drvo ili mješavina navedenih kategorija. Prema normi obvezno je specificirati dimenzije drvnoga iverja, udio vlage, udio pepela te udio dušika ako je drvno iverje proizvedeno od prethodno kemijski tretirane biomase. Ogrjevna vrijednost, nasipna gustoća i udio klora mogu biti informativni dio specifikacije.

Dimenzije se drvnoga iverja (tablica 2) određuju sukladno normi EN 15149–1:2010 Čvrsta biogoriva – Metode određivanja granulometrijskoga sastava – Prvi dio: Metoda oscilacijskoga prosijavanja upotrebom sita promjera 1 mm i više.

Tablica 1. Objavljeni dokumenti CEN-ova Tehničkoga odbora 335

Table 1 Published CEN TC 335 documents

Oznaka <i>Standard reference</i>	Naziv – Title
EN 14588:2010	Čvrsta biogoriva – Nazivlje, definicije i opisi <i>Solid biofuels – Terminology, definitions and descriptions</i>
EN 14774–1:2009	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Prvi dio: Ukupna vlaga – Referentna metoda <i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 1: Total moisture – Reference method</i>
EN 14774–2:2009	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Drugi dio: Ukupna vlaga – Pojednostavljena metoda <i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 2: Total moisture – Simplified method</i>
EN 14774–3:2009	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Treći dio: Vlaga u uzorku za opće analize <i>Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 3: Moisture in general analysis sample</i>
EN 14775:2009	Čvrsta biogoriva – Metoda određivanja udjela pepela <i>Solid biofuels – Determination of ash content</i>
CEN/TS 14778–1:2005	Čvrsta biogoriva – Uzorkovanje – Prvi dio: Metode uzorkovanja <i>Solid biofuels – Sampling – Part 1: Methods for sampling</i>
CEN/TS 14778–2:2005	Čvrsta biogoriva – Uzorkovanje – Drugi dio: Metode uzorkovanja materijala transportiranoga kamionima <i>Solid biofuels – Sampling – Part 2: Methods for sampling particulate material transported in lorries</i>
CEN/TS 14779:2005	Čvrsta biogoriva – Uzorkovanje – Metode pripreme plana uzorkovanja i certifikati uzorkovanja <i>Solid biofuels – Sampling – Methods for preparing sampling plans and sampling certificates</i>
CEN/TS 14780:2005	Čvrsta biogoriva – Metode pripreme uzoraka <i>Solid biofuels – Methods for sample preparation</i>
EN 14918:2009	Čvrsta biogoriva – Određivanje ogrjevnog vrijednosti <i>Solid biofuels – Determination of calorific value</i>
EN 14961–1:2010	Čvrsta biogoriva – Specifikacije goriva i klase – Prvi dio: Opći zahtjevi <i>Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements</i>
EN 15103:2009	Čvrsta biogoriva – Određivanje nasipne gustoće <i>Solid biofuels – Determination of bulk density</i>
CEN/TS 15104:2005	Čvrsta biogoriva – Određivanje ukupnoga udjela ugljika, vodika i dušika – Instrumentne metode <i>Solid biofuels – Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen – Instrumental methods</i>

CEN/TS 15105:2005	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela otopljenih klorida, natrija i kalija <i>Solid biofuels – Methods for determination of the water soluble content of chloride, sodium and potassium</i>
EN 15148:2009	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela hlapljive tvari <i>Solid biofuels – Determination of the content of volatile matter</i>
EN 15149-1:2010	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja granulometrijskoga sastava Prvi dio: Metoda oscilacijskoga prosijavanja upotrebom sita promjera 1 mm i više <i>Solid biofuels – Determination of particle size distribution – Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 1 mm and above</i>
EN 15149-2:2010	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja granulometrijskoga sastava Drugi dio: Metoda vibracijskoga prosijavanja upotrebom sita promjera 3,15 mm i manje <i>Solid biofuels – Determination of particle size distribution – Part 2: Vibrating screen method using sieve apertures of 3.15 mm and below</i>
CEN/TS 15149-3:2006	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja granulometrijskoga sastava – Treći dio: Metoda prosijavanja na principu vrtnje <i>Solid biofuels – Methods for the determination of particle size distribution – Part 3: Rotary screen method</i>
CEN/TS 15150:2005	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja gustoće čestica <i>Solid biofuels – Methods for the determination of particle density</i>
EN 15210-1:2009	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja mehaničke izdržljivosti peleta i briketa – Prvi dio: Peleti <i>Solid biofuels – Determination of mechanical durability of pellets and briquettes – Part 1: Pellets</i>
EN 15210-2:2010	Čvrsta biogoriva – Metode određivanja mehaničke izdržljivosti peleta i briketa – Drugi dio: Briketi <i>Solid biofuels – Determination of mechanical durability of pellets and briquettes – Part 2: Briquettes</i>
CEN/TS 15234:2006	Čvrsta biogoriva – Jamstvo kvalitete goriva <i>Solid biofuels – Fuel quality assurance</i>
CEN/TS 15289:2006	Čvrsta biogoriva – Određivanje ukupnoga udjela sumpora i klora <i>Solid Biofuels – Determination of total content of sulphur and chlorine</i>
CEN/TS 15290:2006	Čvrsta biogoriva – Određivanje glavnih elemenata <i>Solid Biofuels – Determination of major elements</i>
CEN/TS 15296:2006	Čvrsta biogoriva – Preračunavanje rezultata analiza na različite baze izračuna <i>Solid Biofuels – Calculation of analyses to different bases</i>
CEN/TS 15297:2006	Čvrsta biogoriva – Određivanje sporednih elemenata <i>Solid Biofuels – Determination of minor elements</i>
CEN/TS 15370-1:2006	Čvrsta biogoriva – Metoda određivanja ponašanja taljenja pepela – Prvi dio: Metoda karakterističnih temperatura <i>Solid biofuels – Method for the determination of ash melting behaviour – Part 1: Characteristic temperatures method</i>
CEN/TR 15569:2009	Čvrsta biogoriva – Vodič za sustav osiguranja kakvoće <i>Solid biofuels – A guide for a quality assurance system</i>

Tablica 2. Propisane dimenzije i dopušteni udio pojedinih frakcija za razrede drvnoga iverja**Table 2** Prescribed dimensions and allowed portion of individual fractions for different wood chips classes

Razred <i>Class</i>	Glavna frakcija, najmanje 75 % mase <i>Main fraction, at least 75-w%</i>	Fina frakcija, maseni udio, % (< 3,15 mm) <i>Fine fraction, w-% (<3.15 mm)</i>	Gruba frakcija, maseni udio, % <i>Coarse fraction, w-%</i>
P 16A	$3,15 \leq P \leq 16$ mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 16 mm, sve < 31,5 mm
P 16B	$3,15 \leq P \leq 16$ mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 45 mm, sve < 120 mm
P 45A	$8 \leq P \leq 45$ mm	≤ 8 %	≤ 6 % > 63 mm, maks. 3,5 % > 100 mm, sve < 120 mm
P 45B	$8 \leq P \leq 45$ mm	≤ 8 %	≤ 6 % > 63 mm, maks. 3,5 % > 100 mm, sve < 350 mm
P 63	$8 \leq P \leq 63$ mm	≤ 6 %	≤ 6 % > 100 mm, sve < 350 mm
P 100	$16 \leq P \leq 100$ mm	≤ 4 %	≤ 6 % > 200 mm, sve < 350 mm

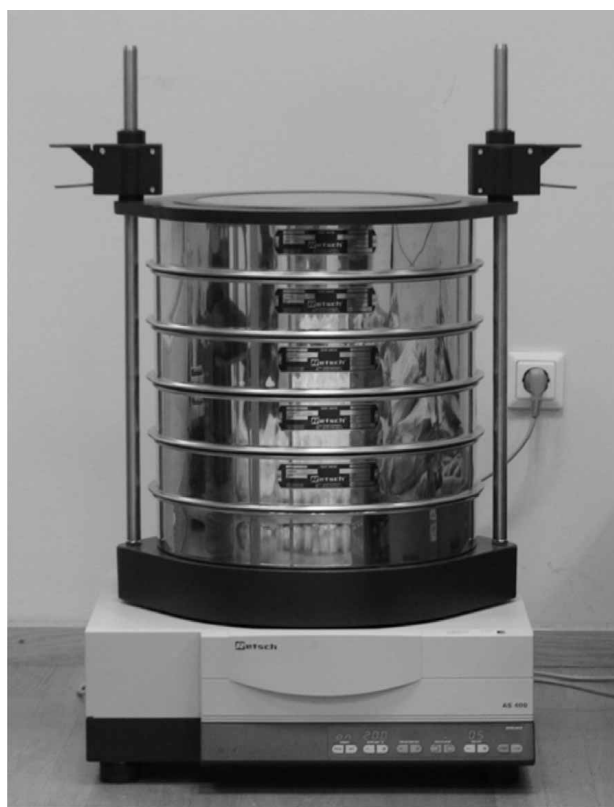
A (drveno iverje za neindustrijsku upotrebu) – A (*Wood Chips for non-industrial use*)B (drveno iverje za industrijsku upotrebu) – B (*Wood Chips for industrial use*)

Ako se drveno iverje proizvodi od šumskoga ostatka koji sadrži tanke čestice kao što su grančice, iglice ili lišće, glavna frakcija za P45B je $3,15 \leq P \leq 45$ mm, za P63 $3,15 \leq P \leq 63$ mm, za P100 $3,15 \leq P \leq 45$ mm, a maseni udio fine frakcije može biti maksimalno 25 %

Main fraction for P45B is $3.15 \leq P \leq 45$ mm, P63 ($3.15 \leq P \leq 63$ mm), P100 ($3.15 \leq P \leq 45$ mm), and amount of fines may be maximum 25 w-%, if raw material is logging residue, which includes thin particles like branches, needles or leaves

Površina presjeka prevelikih čestica treba biti za P16 < 1 cm², za P45 < 5 cm², za P63 < 10 cm² i za P100 < 18 cm²

The cross sectional area of the oversized particles shall be for P16 < 1 cm², P45 < 5 cm², P63 < 10 cm² and P100 < 18 cm²



Slika 1. Oscilator
Fig. 1 Oscilating device

Najmanje osam litara prosušenoga uzorka drvnoga iverja udjela vlage ispod 20 %, poznate mase, prosijava se kroz niz sita promjera oka 3,15 mm, 8 mm, 16 mm, 45 mm i 63 mm. Analiza se može obaviti ručno ili oscilatorom, uređajem koji u horizontalnoj ravnini primjerenom frekvencijom i u primjerenom vremenu obavlja prosijavanje (slika 1). Rezultat je analize udio pojedine frakcije drvnoga iverja (slika 2) u ukupnoj masi uzorka.

Granulometrijski sastav drvnoga iverja (udio pojedine frakcije) utječe na pravilno funkcioniranje transportera dobave drvnoga iverja od skladišta do ložišta. Osim toga, prevelike čestice, koje nisu sukladne specifikaciji ložišta, ne sagorijevaju u potpunosti te tako smanjuju energetska iskoristivost i uzrokuju potrebu češćeg čišćenja ložišta.

Sadržaj vode/vlage u drvu može se izraziti masenim udjelom (postotnim odnosom mase vode sadržane u drvu prema masi samoga drva) i volumnim udjelom (postotnim odnosom volumena vode sadržane u drvu prema ukupnom volumenu drva). Maseni se udio vode u drvu može iskazati standardnim i tehničkim postotkom sadržaja vode. Standardni je maseni udio vode u drvu (u_s) postotni odnos mase vode sadržane u drvu prema masi drva u



Slika 2. Frakcije drvnoga iverja
Fig. 2 Wood chips fractions

standardno suhom stanju (sadržaj vode 0 %). Tehnički je maseni udio vode u drvu (u_t) postotni odnos mase vode sadržane u drvu prema masi svježega, proveloga i prosušenoga drva.

$$u_s = \frac{m_v - m_0}{m_0} \times 100, \% \quad (1)$$

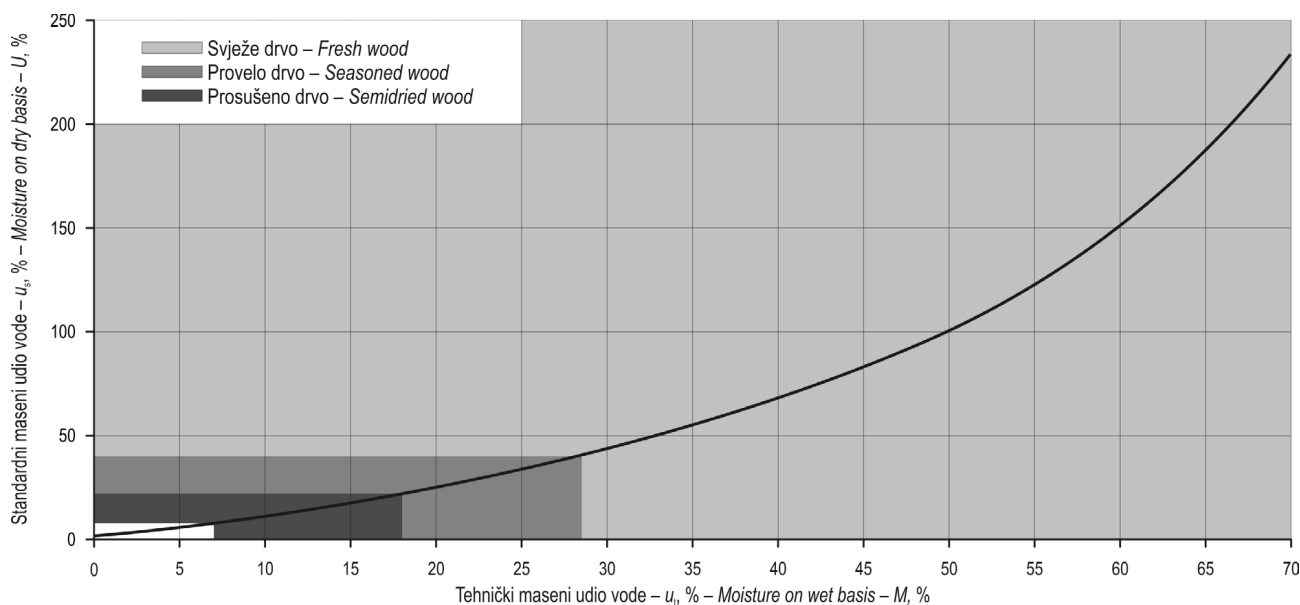
$$u_t = \frac{m_v - m_0}{m_v} \times 100, \% \quad (2)$$

Gdje je:

m_v masa svježega, proveloga ili prosušenoga drva,

m_0 masa standardno suhoga drva.

U trgovini drvnim iverjem uobičajeno je koristiti se tehničkim masenim udjelom vode u drvu. Odnos



Slika 3. Odnos tehničkoga i standardnoga udjela vode

Fig. 3 Moisture on wet basis vs. moisture on dry basis

između standardnoga i tehničkoga masenoga udjela vode u drvu prikazan je na slici 3.

Način utvrđivanja i prikazivanja udjela vlage u drvu propisan je normama: EN 14774–1:2009 Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Prvi dio: Ukupna vlaga – Referentna metoda, EN 14774–2:2009 Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Drugi dio: Ukupna vlaga – Pojednostavljena metoda i EN 14774–3:2009 Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Treći dio: Vlaga u uzorku za opće analize. Razlika između navedenih normi leži ponajprije u preciznosti provođenja laboratorijskih analiza i preciznosti matematičkih izračuna.

Opći princip određivanja udjela vlage jest gravimetrijska metoda. Razlika mase svježega uzorka drvnoga iverja i standardno suhoga uzorka drvnoga iverja predstavlja masu vode. Standardna se suhoća postiže sušenjem uzoraka u sušioniku na $105 \pm 2^\circ\text{C}$ do postizanja konstantne mase (slika 4).

Drvnim se iverjem trguje na osnovi mase uz udio vlage definiran ugovorom. Svako odstupanje od ugovorom utvrđenoga sadržaja vlage, odnosno veći sadržaj vlage nego što je definiran, rezultira većim troškovima prijevoza po obračunskoj jedinici. Uz navedeno vlaga drvnoga iverja ima negativan utjecaj na energetska iskoristivost jer je s povećanjem udjela vlage nužno u procesu gorenja potrošiti više energije na isparavanje vode, što snižava donju ogrjevnu moć goriva. Razredi drvnoga iverja s obzirom na udio vlage prikazani su u tablici 3.

Tijekom 2009. godine provedeno je istraživanje prirodnoga prosušivanja energijskoga drva hrasta i jasena. Terenski je dio istraživanja proveden u sklopu projekta »Mehanizirana uspostava šumskoga reda«, koji je financiralo trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. Na području UŠP Vinkovci u gospodarskoj jedinici »Slavir« energijsko je drvo nakon oplodne sječe početkom 2009. godine izvezeno forvarde-rom i uhrpano na pomoćnom stovarištu (slika 5). U tri je navrata tijekom 2009. godine drvo sa složaja iverano (slika 6) i pri tom je obavljeno uzorkovanje. Uzorci su drvnoga iverja laboratorijski obrađeni u Laboratoriju za šumsku biomasu Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, sukladno normi EN 14774–2:2009



Slika 4. Sušenje uzoraka drvnoga iverja

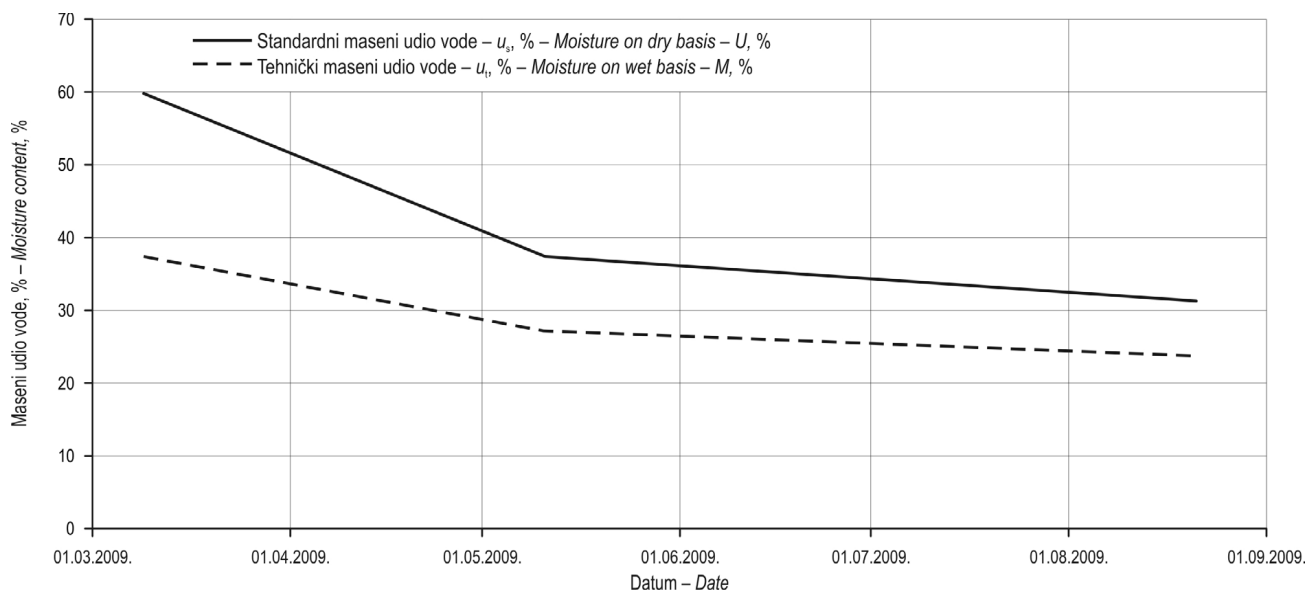
Fig. 4 Drying of wood chips samples



Slika 5. Složaj energijskoga drva
Fig. 5 Energy wood stack



Slika 6. Iveranje energijskoga drva
Fig. 6 Chipping of energy wood



Slika 7. Maseni udio vode tijekom prirodnoga prosušivanja složaja energijskoga drva hrasta i jasena
Fig. 7 Moisture content during natural drying of oak and ash energy wood stack

Čvrsta biogoriva – Metode određivanja udjela vlage – Metoda sušionika – Drugi dio: Ukupna vlaga – Pojednostavljena metoda.

Na slici 7 prikazani su rezultati istraživanja prirodnoga prosušivanja složaja energijskoga drva hrasta i jasena iskazani standardnim i tehničkim masenim udjelom vode. Vidljiva je razlika u prosušivanju tijekom prva dva mjeseca i sljedeća tri mjeseca istraživanja te smanjenje masenoga udjela vode koje na kraju promatranoga razdoblja rezultira promjenom klasifikacije drvnoga iverja iz razreda M40 s početka promatranoga razdoblja u razred M25 (tablica 3).

Normom EN 14775:2009 Čvrsta biogoriva – Metoda određivanja udjela pepela udio pepela u drvnom je iverju definiran kao masa anorganske tvari koja preostaje nakon spaljivanja uzorka poznate mase suhe tvari na 550 ± 10 °C. Maseni se udio pepela izražava kao postotak mase suhe tvari uzorka prije spaljivanja. Razredi drvnoga iverja prema udjelu pepela prikazani su u tablici 4.

Veći udio anorganskih tvari u drvnom iverju rezultira većim količinama pepela u ložištu, što poskupljuje manipulativne troškove čišćenja ložišta i zbrinjavanja pepela.

Tablica 3. Razredi drvnoga iverja prema tehničkom masenom udjelu vlage**Table 3** Wood chips classes by moisture on wet basis

Razred Class	Tehnički maseni udio vlage, % Moisture on wet basis, %
M10	≤ 10
M15	≤ 15
M20	≤ 20
M25	≤ 25
M30	≤ 30
M35	≤ 35
M40	≤ 40
M45	≤ 45
M50	≤ 50
M55	≤ 55
M55+	> 55 % (navesti maksimalnu vrijednost)

Tablica 4. Razredi drvnoga iverja prema masenom udjelu pepela**Table 4** Wood chips classes by ash mass content

Razred Class	Maseni udio pepela, % Ash mass content, %
A0.5	≤ 0,5
A0.7	≤ 0,7
A1.0	≤ 1,0
A1.5	≤ 1,5
A2.0	≤ 2,0
A3.0	≤ 3,0
A5.0	≤ 5,0
A10.0+	>10 % (navesti maksimalnu vrijednost)

3. Zaključak – Conclusion

Glavnina drvnoga iverja za energiju proizvedena u Republici Hrvatskoj još je uvijek namijenjena izvozu u susjedne zemlje koje imaju razvijeniju mrežu energana na biomasu. Zbog toga su proizvođači i

distributeri drvnoga iverja u Republici Hrvatskoj već danas primorani trgovačke odnose u pogledu kakvoće definirati primjenom europskih normi za čvrsta biogoriva.

Laboratorij za šumsku biomasu Šumarskoga fakulteta u Zagrebu za potrebe znanstvenih istraživanja i edukacije studenata obavlja ispitivanja drvnoga iverja za energiju sukladno europskim normama. Nakon provođenja postupka akreditacije pojedinih laboratorijskih metoda Laboratorij će svoje usluge moći ponuditi tržištu.

Potreba za referiranjem na normu leži u zahtjevima energetskega postrojenja koje je projektirano, uvedeno i testirano s pretpostavkom korištenja specifikiranoga goriva čijom primjenom daje optimalne rezultate.

Europske su norme za čvrsta biogoriva osnova za kvalitetno funkcioniranje tržišta drvnoga iverja za energiju, jer proizvođača usmjeravaju pri proizvodnji, a kupcu jamče kvalitetu po propisanim kvalitativnim razredima.

4. Literatura – References

- Krpan, A. P. B., M. Šušnjar 1999: Normacija šumskih drvnih proizvoda u Republici Hrvatskoj. Šumarski list, 123 (5–6): 241–245.
- EN 14774–1:2009 Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 1: Total moisture – Reference method. CEN, Brussels.
- EN 14774–2:2009 Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 2: Total moisture – Simplified method. CEN, Brussels.
- EN 14774–3:2009 Solid biofuels – Determination of moisture content – Oven dry method – Part 3: Moisture in general analysis sample. CEN, Brussels.
- EN 14775:2009 Solid biofuels – Determination of ash content. CEN, Brussels.
- EN 14961–1:2010 Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements. CEN, Brussels.
- EN 15149–1:2010 Solid biofuels – Determination of particle size distribution – Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 1 mm and above. CEN, Brussels.
- Uredba o osnivanju Hrvatskog zavoda za norme. Narodne novine, 154/2004.
- www.cen.eu

Abstract

Overview of European Norms for Wood Chips

This paper describes the procedure for the adoption of CEN standards and the types of normative documents. A list is given of all documents of the Technical Committee 335 – Solid biofuels, which covers the standardization of energy wood chips. The standard EN 14961–1:2010 Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements, prescribes the specifications of energy wood chips and gives references to the standards that deal with specific characteristics. As according to the above standard, it is a must to specify the size, moisture and ash content for wood chips, a short explanation of the general principle of the required analysis is given along with the classification based on limit values, as well as the description of the impact of individual characteristics on the use and trade of energy wood chips. The research results are also presented of natural drying of stacked oak and ash energy wood.

Keywords: wood chips, CEN standard, granulometric structure, moisture content, ash content

Adresa autorâ – Authors' address:

Dinko Vusić, dipl. inž. šum.
e-pošta: vusic@sumfak.hr
Zdravko Pandur, dipl. inž. šum.
e-pošta: pandur@sumfak.hr
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA



HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA ŠUMARSTVA
I DRVNE TEHNOLOGIJE

Prilaz Gjure Deželića 63, 10000 Zagreb
Telefon: ++385(1)376-5501
Telefax: ++385(1)376-5504
www.hkisdt.hr; info@hkisdt.hr

- vođenje imenika ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije
 - provođenje stručnih ispita
- izdavanje, obnavljanje, oduzimanje licenci za izvođenje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne industrije
 - stručno usavršavanje članova Komore

Cjenik oglašavanja

- ⇒ stranica A4 u boji 7000 kn
- ⇒ pola stranice A4 u boji 4000 kn
- ⇒ stranica A4 crno-bijela 5000 kn
- ⇒ pola stranice A4 crno-bijele 3000 kn

Oglas treba dostaviti e-poštom u digitalnom zapisu (300 dpi, *.jpg) na adresu: nms@sumfak.hr.

Narudžbenicu treba poslati na adresu:

Časopis Nova mehanizacija šumarstva

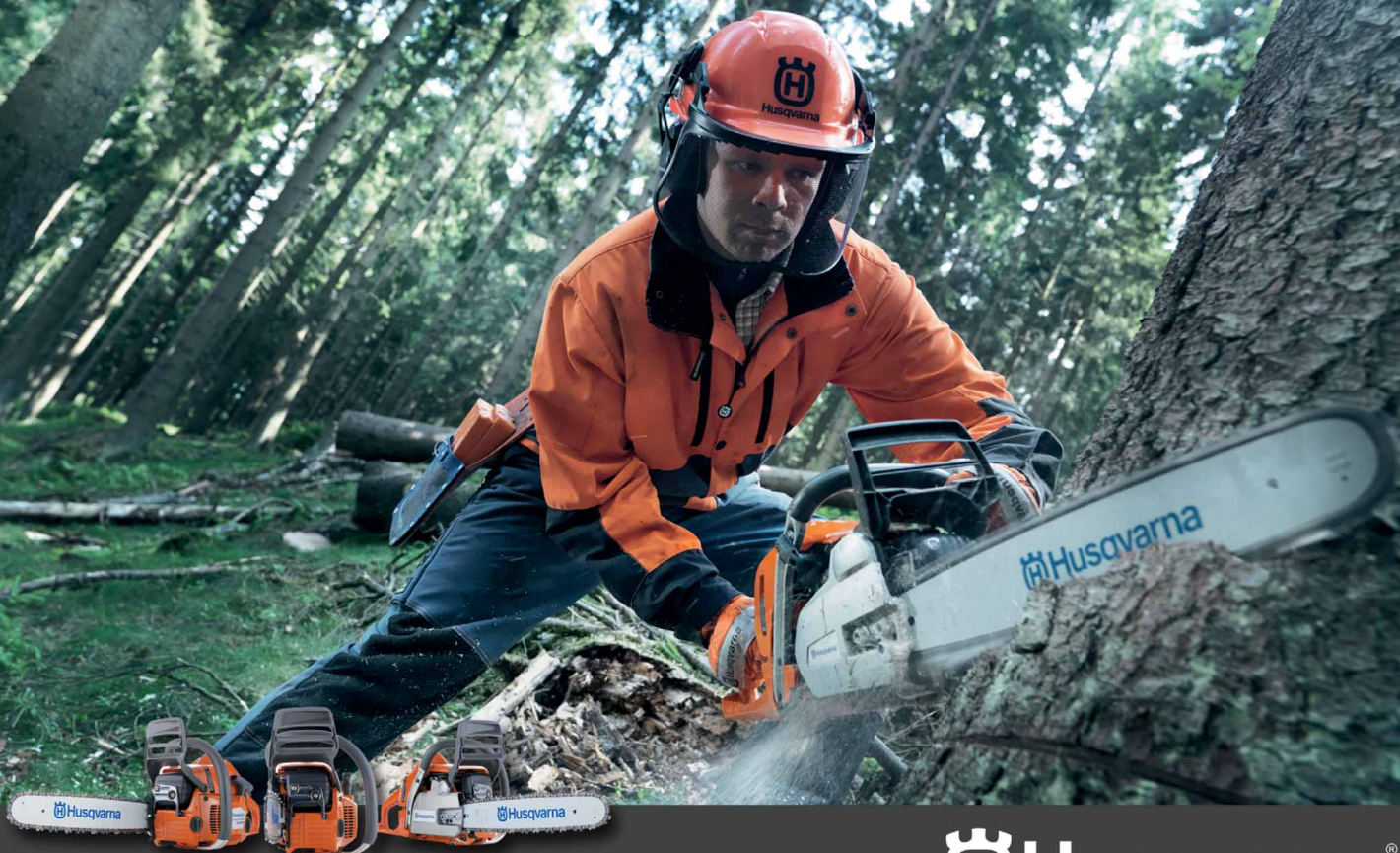
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

p.p. 422, HR-10002 Zagreb

MB: 3281485

Žiroračun: 2360000-1101340148, poziv na broj: 2-02-05

Uredništvo časopisa



Sa **Husqvarna XP** serijom lančanih pila ne gubite snagu kada ju trebate i ne pristajete na kompromise. Budite profesionalni.

Husqvarna®

Drezga d.o.o. Obrtnička 2 Rakitje, 10437 Bestovje
tel. 01/3335-300 | www.husqvarna.hr

ashtech

ProMark 500 RTK GPS/GLONASS

- bežični rover, Bluetooth tehnologija
- GSM modem za spajanje na CROPOS
- kontroler sa RTK softverom Carlson (Windows Mobile 6, SD, USB, Bluetooth, WLAN)
- najbrža inicijalizacija, odlično držanje signala
- rad i u najtežim uvjetima smetnji (šuma, zgrade, ...)



SPECTRA PRECISION

Epoch 35 RTK GPS/GLONASS

- bežični rover, Bluetooth tehnologija
- GSM modem za spajanje na CROPOS
- kontroler sa RTK softverom, interni GPS (Windows Mobile 6, SD, USB, Bluetooth, WLAN)
- brza inicijalizacija, odlično držanje signala
- malih dimenzija i težine, nema vanjskih kabela ili antena



Nomad 800X

SPECTRA PRECISION

ashtech

GIS GPS prijemnici



Ashtech (Magellan) Mobile Mapper 6

Integrirana 2MP kamera, WinMobile6, dodirni ekran, Bluetooth, SD kartice.

Ashtech (Magellan) Mobile Mapper CX

WinCE, SD kartice, dodirni ekran, numerička tipkovnica Bluetooth, SBAS točnost <1m



Spectra Precision NOMAD

WinMobile6, mem. kartice, dodirni ekran, numerička tipkovnica, Bluetooth

Nikon

SPECTRA PRECISION

Nivo / Focus

- Nove totalne stanice Nikon/Spectra sa laserom dometa 300m, dvostruka baterija, bogat softver težine samo 3.5 kg, malih dimenzija
- Windows CE, dodirni ekran, Bluetooth, USB, trajanje baterija i do 50 sati
- u kompletu s opremom stativ, prizma, štap



Nivo M

Focus 6

Nivo C

Focus 8

GEOSUSTAVI

Navigation and Positioning

GEO SUSTAVI d.o.o. 21000 Split, Gajeva 16
tel.fax. 021/484-556, tel. 021/582-208

GEO SUSTAVI d.o.o. 10000 Zagreb,
Av. Dubrovnik 10, tel. 01/5615-801
tel.fax. 01/6528-592

www.geosustavi.hr

Jamstvo
2 godine!



HIDRAULIKA KURELJA d.o.o.

za proizvodnju i servis specijalnih hidrauličnih
konstrukcija i opreme, unutarnju i vanjsku trgovinu i
zastupanje

Matenačka 41, 49240 Donja Stubica (HR)
Tel: ++385 49 587 900 Fax: ++385 49 587 909



ŠP – 18



ŠP – 20



Šumarska prikolica ŠP 18 i ŠP 20 namjenjena je za prijevoz
trupaca i drvene građe. Šasija prikolice izrađena je od sitnozrnatog
mikrolegiranog čelika. Osovinski sklop je od proizvođača BPW
(SAF). Kočioni sistem izrađen je od komponenti WABCO
(Haldex). ABS je izvedbe 4S/3M. Prikolica ima mogućnosti
izmjenjivog (okretnog) vučnog oka DIN 74054-40 i ROCKINGER
TIP 56. Za prihvat tereta izrađene su štitice EXTE. Postoji
mogućnost ugradnje štitica drugih proizvođača. Prikolica je
izgrađena u skladu s važećim ECE normama.

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

Obratite nam se s povjerenjem!

QUERCOFAGUS

QUERCOFAGUS d.o.o.

sječa, izrada i transport drvnih sortimenata
Leskovec 51

42223 Varaždinske Toplice

tel. +385 (0)91 2272 702; +385 (0)95 8180 999; +385 (0)91 1637 231

email: quercofagus@vip.hr



20 godina zajedno...

... na tragu uspjeha!

www.iverak.hr



U novu sezonu s novom tehnologijom

Pred nama je još jedna godina, puna izazova i napora, ali i zanimljivih tehničkih rješenja. STIHL je pripremio za Vas nove strojeve, koji se hvataju ukoštac sa sve strožim propisima za zaštitu radnika i našeg okoliša.

Motorna pila STIHL 441 C-M svojim je značajkama postavila nove standarde za ova područja. Opremljena je mikroprocesorskom kontrolom svake od faza startanja i rada, kao i kontrolom kvalitete i doziranja goriva. Antivibracijski sustav ove pile bez premca je u našem poslu, i brižljivo čuva i radnika i sam stroj. Rezultat implementacije svih ovih novina je smanjivanje negativnog upliva na okolinu i na poslužioce stroja na dosad neostvarenu razinu, a opet uz poznatu i beskompromisnu STIHL kvalitetu i trajnost uređaja.

Stoga Vam s ponosom predstavljamo pravi, novi stoj za novu sezonu, novu STIHL motornu pilu MS 441 C-M.

STIHL MS 441 C-M



unikomercuvoz **50** STIHL®
50 GODINA ZAJEDNO!

www.unikomerc-uvoz.hr



SADRŽAJ – CONTENTS

Uvodnik – Editorial

MARIJAN ŠUŠNJAR	
2011. – Međunarodna godina šuma	1
2011 – International Year of Forests	

Izvorni znanstveni radovi – Original scientific papers

MARIJAN ŠUŠNJAR, ANDREJA BOSNER, TOMISLAV PORŠINSKY	
Vučne značajke skidera pri privlačenju drva niz nagib	3
<i>Skidder Traction Performance in Downhill Timber Extraction</i>	
MARIO ŠPORČIĆ, MATIJA LANDEKIĆ, VENCL VONDRA, ZVONIMIR ANIĆ	
Informacija o organizacijskoj kulturi u hrvatskom šumarstvu.....	15
<i>Information on Organizational Culture in Croatian Forestry</i>	

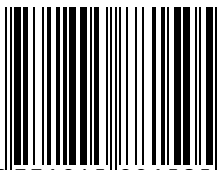
Prethodna priopćenja – Preliminary notes

IGOR STANKIĆ, SAŠA KOVAČ, TOMISLAV PORŠINSKY	
Značajke kore podravske crne johe	27
<i>Bark Features of Black Alder from Podravina</i>	
DINKO VUSIĆ, NIKOLA RUKAVINA	
Utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvester.....	37
<i>Influence of Black Pine Tree's Forkness on Harvester's Productivity</i>	

Pregledni članci – Subject reviews

MATIJA LANDEKIĆ	
Razvoj modela sigurnosne odgovornosti u privatnom šumarskom sektoru.....	45
<i>Development of Safety Responsibility Model in Private Forestry Sector</i>	
KRUNO LEPOGLAVEC, HRVOJE NEVEČEREL, IVICA PAPA	
Programski paket za projektiranje javnih i šumskih prometnica »ROADPAC«.....	53
<i>»ROADPAC« Software Package for Designing Public and Forest Roads</i>	
MARKO LOVRIĆ	
Analitički hijerarhijski i analitički mrežni proces u kontekstu održivoga gospodarenja šumama	65
<i>Analytical Hierarchical Process and Analytical Network Process in the Context of Sustainable Forest Management</i>	
DINKO VUSIĆ, ZDRAVKO PANDUR	
Pregled europskih normi za drveno iverje.....	75
<i>Overview of European Norms for Wood Chips</i>	

ISSN 1845-8815



9 771845 881505