

UDK: 630*3

ISSN 1845-8815

NOVA MEHANIZACIJA ŠUMARSTVA

NOVA
MEHANIZACIJA



ŠUMARSTVA

Nova meh. šumar. • Godište (Volume) 33

2012



 HRVATSKE
ŠUME

Sadržaj – Contents

Izvorni znanstveni radovi – *Original scientific papers*

Vesna Špac, Anamarija Jazbec

Što je novo u (Novoj) mehanizaciji šumarstva 1
What is New in the Journal »Nova Mehanizacija Šumarstva«

Hrvoje Gužvinac, Marko Zorić, Marijan Šušnjar, Dubravko Horvat, Zdravko Pandur

Utjecaj načina sidrenja na vrijednosti horizontalne sastavnice vučne sile i faktor prljanjanja 23
prilikom privlačenja drva skiderom i adaptiranim poljoprivrednim traktorom
Influence of Anchoring on Values of Horizontal Component of Pulling Force and Adhesion Factor during Wood Winching with Skidder and Adopted Farming Tractor

Tomislav Poršinsky, Marijan Šušnjar, Andreja Đuka

Određivanje faktora raspodjele mase tereta i privlačenja 35
Determination of Load Mass Distribution and Skidding Factors

Prethodno priopćenje – *Preliminary note*

Marko Zorić, Dubravko Horvat, Zdravko Pandur, Stjepan Nikolić

Umjeravanje prijenosne mjerne platforme za mjerenje osovinskoga opterećenja vozila 45
Calibration of Portable Measuring Platform for Vehicle Axle Load Measurement

Pregledni članci – *Subject reviews*

Željko Tomašić

Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva 53
u Republici Hrvatskoj
Development of Technologies and Technical Means of Harvesting Operations with Respect to Specific Features of Forests and Forestry in Croatia

Marko Zorić

Inovacije u kamionskom prijevozu drva – *One Stack More* 69
Innovations in Long Distance Truck Transportation of Wood – One Stack More

Mario Šporčić, Matija Landekić, Marija Marjanović

Vodič za prikupljanje podataka i interpretaciju inovacija u šumarstvu 79
Guidelines for Collecting Data and Interpreting Innovations in Forestry

Silvija Krajer Ostoić

Mogućnosti primjene GPS-a u istraživanju društvenih aspekata urbanoga šumarstva 95
Possibilities for GPS Application in Studying Social Aspects of Urban Forestry

Osrt – *Comment*

Jelena Kranjec, Andreja Đuka

Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC 2012 Croatia »Concern, Knowledge 101
and Accountability in Today's Environment« Dubrovnik (Cavtat), Hrvatska, 8.-12. listopada 2012.

Fotografija na naslovnici (Cover photo)

Višenamjenska prednja daska skidera (snimila: J. Vincelj)
Skidder's multipurpose front blade (Photo: J. Vincelj)

Uz izdavače časopis sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske.

Pretploata: 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

Nova mehanizacija šumarstva priznati je časopis u međunarodnom okruženju, koji objavljuje znanstvene i stručne radove iz šumarskoga inženjerstva nastalih na osnovi teorijskih ili iskusvenih spoznaja. Časopis pokriva sve oblike i vrste istraživanja u šumarskom inženjerstvu, od osnovnih do primijenjenih.
Od godišta 1 do 25 časopis je tiskan pod naslovom »Mehanizacija šumarstva«.

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

Izdavači (Publishers)

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

Izdavačko vijeće (Publishing Council)

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

Uredničko vijeće (Editorial Board)

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

Međunarodno uredničko vijeće (International Editorial Board)

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

Adresa uredništva (Editor's Office)

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

Glavni urednici (Editors-in-Chief)

Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky

Odgovorni urednik (Editor)

Željko Tomašić

Tehnički urednik (Technical Editor)

Mario Šporčić

Mladi urednik (Junior Editor)

Ivica Papa

Savjetnik uredništva (Editorial Advisor)

Dubravko Horvat

Tehničko uredništvo (Technical Editorial Board)

Kruno Lepoglavec, Dinko Vusić, Matija Landekić

Jezični savjetnici (Linguistic Advisers)

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

Časopis referiraju sekundarni časopisi

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

Svi se objavljeni članci recenziraju

(All published papers have been reviewed)

Časopis izlazi jednom na godinu

(Single issue of journal is published annually)

Naklada (Circulation): 400

Priprema sloga (Prepress)

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

Tisak (Press)

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

Uređenje zaključeno (Preparation ended)

21. 12. 2012.

Što je novo u (Novoj) mehanizaciji šumarstva

Vesna Špac, Anamarija Jazbec

Nacrtak – Abstract

Analizom časopisa »Mehanizacija šumarstva« i »Nova mehanizacija šumarstva« za razdoblje od 1994. do 2010. godine željela se pokazati povezanost dvaju časopisa i njihove karakteristike s obzirom na uređivačko-izdavačka obilježja, raščlambu članaka, strukturu autora i referencija. Utvrđene su skupine ustanova iz kojih su autori članaka u promatranim časopisima.

Povećavanje broja autora, stranica, referencija te autorskih i časopisnih samocitata po članku u svim znanstvenim kategorijama radova uočena je u člancima objavljenima u »Novoj mehanizaciji šumarstva« u odnosu na članke objavljene u »Mehanizaciji šumarstva«.

Analizom riječi naslova utvrđeno je da su naslovi kratki i da jezgrovito opisuju sadržaj članaka te da se više od trećine svih riječi može smatrati ujedno i ključnim riječima.

Ključne riječi: znanstvena komunikacija, bibliometrija, šumarstvo, citatna analiza, analiza riječi, analiza udruživanja, »Nova mehanizacija šumarstva«, »Mehanizacija šumarstva«

1. Uvod – Introduction

Kada su 1997. godine doneseni Minimalni uvjeti za izbor u znanstvena zvanja, postavljeni su standardi u hrvatskoj znanstvenoj komunikaciji koji su doveli do nagloga povećanja objavljenih radova u međunarodno priznatim časopisima, što se odrazilo i na hrvatske šumarske časopise koji su se susreli s problemom prikupljanja dovoljnoga broja kvalitetnih radova za objavu. Posljedicom toga može se smatrati i prestanak izlaženja časopisa »Mehanizacije šumarstva« 2000. godine.

Prestankom izlaženja časopisa »Mehanizacija šumarstva« (MŠ) 2000. godine pojavila se praznina u formalnoj znanstvenoj komunikaciji u hrvatskom šumarstvu za područje šumarstva koje se bavi šumarskom tehnikom i tehnologijom. Stoga se moglo očekivati pokretanje novoga časopisa specijaliziranoga za to područje šumarstva. Međutim, istodobno su pokrenuta dva časopisa, i to jedan na hrvatskom – »Nova mehanizacija šumarstva« (NMŠ) i jedan na engleskom jeziku – »Croatian Journal of Forest Engineering« (CROJFE). Iako su urednici proglasili oba časopisa sljednicima »Mehanizacije šumarstva«, raščlambom uređivačko-izdavačkih obilježja tih dvaju časopisa pokazalo se da časopis »Nova mehanizacija šumarstva« nastavlja tradiciju »Mehanizacije šumarstva« i da je on stvarni

sljednik te će se u daljnjoj analizi tretirati kao jedan časopis s prekidom u izlaženju.

Analiza časopisa usmjerena je na istraživanje njegovih glavnih komunikacijskih obilježja kao čimbenika u razvoju šumarstva u Hrvatskoj. Objavljeni su radovi odraz razvoja u promišljanju znanstvenih i stručnih problema i interesa, odnosno promjena u okruženju u kojem se i zbog kojega se provode istraživanja. Te je promjene moguće ispitati kvantitativnim i kvalitativnim metodama. Recenzija je kvalitativna metoda, dok bibliometrijske metode pripadaju skupini kvantitativnih metoda. Moed (2002) i Clyde (2004) smatraju da znanstveni rad treba biti podvrgnut procjeni neovisno o njegovoj korištenosti i da su bibliometrijski pokazatelji dobra dopuna kvalitativnim pokazateljima, ali uz jako pažljivo korištenje radi »aljkavoga citiranja, ... jezičnih problema, problema u identificiranju autora, nepoznavanja (oblika) imena stranih autora«, što ih ograničava.

»Porast interesa za kvantitativnim istraživanjima, ... doprinijeli su uspostavi bibliometrije¹, scijentometrije i informetrije kao područja usmjerenih na kvantitativno istraživanje procesa stvaranja, prijenosa i korištenja znanstvenih informacija, odnosno na istraživanje formalne znanstvene komunikacije i s njom povezanih društvenih i intelektualnih struktura. Uočeni nedosta-

ci i ograničenja kvalitativnih istraživanja objavljene literature nastoje se nadvladati primjenom postojećih i razvojem novih bibliometrijskih metoda i tehnika» (Pehar 2010). Bibliometrijski su pokazatelji kvantitativna sastavnica u procesu procjene znanstvenih informacija i njihovih nositelja.

Znanstvene informacije prije objavljivanja prolaze postupak provjere – recenzije. Kvaliteta recenzije, a time i kvaliteta znanstvenoga rada, ovisi o anonimnosti (recenzent i autor nisu upoznati s ulogom onoga drugoga u procesu objavljivanja), poznavanju uređivačke politike časopisa, poznavanju recenzentskoga postupka, objavljivanju datuma primitka članka te davanja slobode uredništvu da donose konačnu odluku o objavljivanju članka. Koliko subjektivna može biti recenzija, pokazao je Clyde (2004)² analizirajući podatke dobivene anketom među renomiranim znanstvenicima, iskusnim recenzentima. Pokazao je kako i kvalitativni pokazatelj, kao što je recenzija, mora biti prihvaćen s dozom opreza kao i kvantitativni pokazatelj te da je kombiniranje tih pokazatelja najbolji put k objektivnijemu vrednovanju znanstvenoga rada (Banner 1988).

Warner (2000) smatra da je krajnje nerealno recenzijski postupak zamijeniti citatnom analizom i da bibliometrijske analize, ako se već rade, trebaju raditi knjižničari – informacijski specijalisti zbog svoje specijaliziranosti i orijentiranosti na informacije i radi najboljega poznavanja područja informacija, njihovih zakonitosti i mogućnosti.

Zbog manjkavosti recenzijskoga postupka bibliometrijski su pokazatelji neizostavno pomoćno sredstvo u vrednovanju znanstvenoga rada. Bibliometrijske analize časopisa najčešće se provode radi utvrđivanja i opisivanja formalnih (uređivačko-izdavačkih) obilježja, rasta, produktivnosti, znanstvene suradnje te sadržajnih i tematskih obilježja literature iz određenoga predmetnoga područja. Sastavnice bibliografskih opisa pogodne za provođenje bibliometrijske analize (Nicholas i Ritchie 1978) sljedeće su: autorstvo – autor, sponzor, nakladnik, naslov, bibliografska povijest: datum izdavanja, prethodni naslov(i), učestalost izlaženja, oblik objavljivanja, mjesto izdavanja, jezik komunicira-

nja, predmet (predmetno područje), izvorni materijal i kritički osvrti, razina tržišne orijentacije, sadržaj, opseg i rast literature, pretplata/cijena, posudba, referiranost u sekundarnim izvorima i informacije iz djelatnosti stručnih udruženja.

Analize se uglavnom provode pomoću pokazatelja publikacijske aktivnosti da bi se pokazalo koliko su članaka u promatranom časopisu objavili određeni autori, skupine autora ili ustanove, koliko u određenom razdoblju, koliko je radova objavljeno u časopisu, koja su tematska obilježja tih radova, na kojim su jezicima objavljeni, u kojem opsegu i s koliko referencija, njihova vidljivost u međunarodnim bibliografskim bazama te učestalost pojavljivanja određenih riječi u naslovima, sažecima, ključnim riječima ili radovima u promatranom časopisu. Analize se citata rade da bi se utvrdila struktura referencija, udjela časopisnih i autorskih samocitata te mapiranja područja stvaranjem društvene mreže citata.

Za male znanstvene zajednice, kao što je naša, objava elektroničkih inačica časopisa na mrežnim stranicama jedan je od oblika uklanjanja prepreka u predstavljanju nacionalne znanstvene djelatnosti širemu znanstvenomu auditoriju. Antelman (2004) i Lawrence (2001) pokazali su da slobodan pristup informacijama povećava utjecaj autora i časopisa te povezanost visokocitiranih članaka i njihove mrežne dostupnosti, ne dovodeći pri tome u pitanje izdavanje tiskanih verzija časopisa.

Jedan od najčešće korištenih pristupa istraživanju razvoja određenoga predmetnoga područja temelji se na istraživanju publikacija kao rezultata rada znanstvene zajednice okupljene unutar granica istraživanoga predmetnoga područja. Postoji bezbroj bibliometrijskih istraživanja koja su rađena u različitim područjima znanosti (Silobrić 1990, Jokić 2006, Petrak 2001, Krajna 2003, Borić 2008) kojima su kvantificirani neki elementi znanstvenoga rada ili znanstvene publicistike: znanstvenici, ustanove, znanstvena područja, časopisi... Za polje šumarstva ima jako malo kompleksnih istraživanja (Čukac 1982, 1990, Špac 2002, Kosecki i dr. 2011). Prvo istraživanje koje je obuhvatilo i hrvatske šumarske časopise, a prema autorici, to je prvo takvo istraživanje

¹ Hulme je (1923) bibliometriju definirao kao statističku bibliografiju, a Pritchard (1969) kao statističku analizu literature smatrajući da je Hulmova definicija nepotpuna i nedovoljno određena. Potter (1981) bibliografiju definira kao istraživanje i mjerenje publikacijskih obrazaca svih oblika pisane komunikacije i njihovih autora, a Schrader (1981) kao znanstveno istraživanje zapisanoga diskursa.

² Clyde je na adrese dvadeset (odgovorilo ih je petnaest) renomiranih znanstvenika i iskusnih recenzenata (polovica ih je bila usko specijalizirana u području koje članak pokriva, dok je druga polovica pripadala srodnim područjima istraživanja) poslao pet članaka da ih vrednuju prema zadanim parametrima. Rezultati su pokazali da su znanstvenici različito vrednovali pojedine elemente znanstvenoga rada, što pokazuje subjektivnost recenzentskoga postupka.

u tadašnjoj Jugoslaviji, a možda čak i u svijetu, rađeno je davne 1982. godine (Ćukac 1982). U radu je dana procjena znanstvenosti jugoslavenskih šumarskih časopisa prema uređivačko-izdavačkim obilježjima i strukturi referencija u člancima. Zatim su slijedila istraživanja kojima je napravljena analiza uređivačko-izdavačkih obilježja časopisa »Šumarski list« (Ćukac 1990), analiza bibliometrijskih obilježja časopisa »Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko« (Špac 2002) te kompleksna bibliometrijska analiza prirode, karakteristika i korištenja istraživanja rađena u sklopu *United States Department of Agriculture*³ (Kosecki i dr. 2011).

Znanstvena tradicija nalaže znanstvenicima da se, pri dokumentiranju vlastitoga istraživanja, referiraju na ranije radove s kojima su tematski povezani (Nicolaisen 2005). Citiranje i citiranost važan su dio znanstvene komunikacije. Različiti su razlozi zašto neki autor citira određeni rad, a drugi ga ne citira. Razlozi su citiranja prema Brooksu (1985) suvremenost (referencije koje donose novu informaciju), negativno priznanje (referencije navedene radi kritike ili ispravka), metodološka informacija (referencije u kojima se govori o teoriji ili nekom konceptu), uvjeravanje (referencije citirane kako bi se uvjerilo referente), odavanje priznanja u pozitivnom smislu, skretanje pozornosti (na nove ili nedovoljno poznate izvore) i društveni konsenzus (referencije citirane zbog nespecifične percepcije konsenzusa na području istraživanja). Citatnim ponašanjem, tj. odabirom citata, znanstvenici izgrađuju identitet znanstvenoga područja na lokalnoj i globalnoj razini (citatima se okuplja znanje određenoga područja). Analizom međusobnoga citiranja lokalnih časopisa (Van den Besselaar i Heimeriks 2006) može se mapirati taj identitet izdvajanjem skupina časopisa istih citatnih obrazaca.

2. Cilj istraživanja – Goal of Research

Svrha je rada analizirati znanstvenu opredijeljenost i uređivačko-izdavačka obilježja časopisa te citatnom analizom utvrditi etablirane veze među ustanovama. Teorijska podloga toga dijela istraživanja temelji se na činjenici da komunikacija znanstvenih spoznaja preko časopisa ima ključnu ulogu u njihovu djelotvornom prijenosu i pohrani. Članci objavljeni u »Mehanizaciji šumarstva« i »Novoj mehanizaciji šumarstva« odraz su razvoja u promišljanju znanstvenih i stručnih problema

i interesa, odnosno promjena u okruženju u kojem se i zbog kojega se provode istraživanja. Istraživanje je provedeno primjenom različitih statističkih i bibliometrijskih metoda kojima se utvrđuju određene pravilnosti i trendovi u procesu stvaranja, prijenosa i korištenja informacija.

Cilj je istraživanja kvantitativnom i kvalitativnom analizom identificirati suautorstvom povezane skupine ustanova, istražiti uređivačko-izdavačka obilježja časopisa, analizom referencija odrediti tip najčešće upotrebljavane literature, udio časopisnih i autorskih samocitata, pokazati tematsku povezanost šumarskih istraživanja analizom riječi iz naslova te utvrditi kvalitativne i kvantitativne promjene u izdavanju časopisa »Mehanizacija šumarstva« i »Nova mehanizacija šumarstva«.

3. Uzorci i metode – Samples and Methods

Istraživanjem su obuhvaćeni časopisi »Mehanizacija šumarstva«⁴ i »Nova mehanizacija šumarstva«⁵. Iako postoji prekid u izlaženju i časopisi imaju različite ISSN brojeve, numeracija volumena se nastavlja, te se »Novu mehanizaciju šumarstva« može smatrati izravnim sljednikom »Mehanizacije šumarstva« te je tako određena ovim istraživanjem.

Analizom su obuhvaćeni svi članci objavljeni u časopisima za razdoblja 1994–2000. i 2005–2010. godine. Podaci su prikupljeni pregledom sveščića časopisa i/ili analizom mrežnih stranica časopisa. Prikupljeni podaci sadrže naslove članaka, podatke o izdanju (godina, volumen, broj), opseg članaka, jezik članka, kategorizaciju članka, broj i kategoriju citiranih referencija, broj autorskih i časopisnih samocitata te citatnu povezanost s ostalim domaćim šumarskim časopisima. U analizi su korištene statističke metode, analiza udruživanja i bibliometrijske metode (Zipfov zakon analize učestalosti riječi, citatna analiza). Za grafičke prikaze korišteni su računalni programi EXCEL i SAS Enterprise Miner 7.1 (Evangelopoulos 2005).

4. Rezultati i rasprava – Results and Discussion

Koehler i suradnici (2000) smatraju da se istraživanje publiciranja treba provoditi analizom više vari-

³ *United States Department of Agriculture* (USDA), Ministarstvo poljoprivrede SAD-a, osim administrativne uloge ima i istraživačke centre za unapređenje poljoprivrede i šumarstva.

⁴ Časopis »Mehanizacija šumarstva« počeo je izlaziti 1976. i izlazio je do 2000. godine kada je izišao samo jedan broj.

⁵ Časopis »Nova mehanizacija šumarstva« počeo je izlaziti 2000. godine.

Tablica 1. Osnovna obilježja časopisa »Mehanizacija šumarstva« i »Nova mehanizacija šumarstva« za razdoblje 1994–2000. i 2005–2010.**Table 1** Basic characteristics of the journals »Mehanizacija šumarstva« and »Nova mehanizacija šumarstva« in the periods 1994–2000 and 2005–2010

Časopis <i>Journal</i>	Značajke <i>Characteristics</i>	Broj sveska <i>Issues</i>	Broj autora <i>No. of authors</i>	Jezik – <i>Language</i>			Broj stranica <i>No. of pages</i>	Broj članaka <i>No. of articles</i>
				Hrvatski <i>Croatian</i>	Engleski <i>English</i>	Njemački <i>German</i>		
»Mehanizacija šumarstva«	Ukupno <i>Total</i>	22	430	347	40	1	1,319	349
	Prosječno godišnje <i>Annual average</i>	3,14	61,43				188,43	49,86
	Prosječno po broju <i>Average by issue</i>		19,55				59,95	15,86
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>		1,23				3,78	1,00
	Zastupljenost, % <i>Rate, %</i>			0,9943	0,1146	0,0029		
»Nova mehanizacija šumarstva«	Ukupno <i>Total</i>	8	194	93	43		700	94
	Redovita izdanja <i>Regular issues</i>	6	117	51	1		467	52
	Izvanredni broj <i>Special issue</i>	2	77	42	42		233	42
	Prosječno godišnje <i>Annual average</i>	1,33	32,33				116,67	101,67
	Redovita izdanja <i>Regular issues</i>		19,50				77,83	101,67
	Prosječno po broju <i>Average by issue</i>		2,06				7,45	1,00
	Redovita izdanja <i>Regular issues</i>		2,25				8,98	1,00
	Izvanredni broj <i>Special issue</i>		1,83				5,55	1,00
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>		2,06				7,45	1,00
	Redovita izdanja <i>Regular issues</i>		2,29				9,16	1,02
	Izvanredni broj <i>Special issue</i>		1,83				5,55	1,00
	Ukupna zastupljenost, % <i>Total rate, %</i>			0,9894	0,4574			
	Redovita izdanja <i>Regular issues</i>			0,9808	0,0192			
	Izvanredni broj <i>Special issue</i>			1,0000	1,0000			
Ukupno – <i>Total</i>	Ukupno <i>Total</i>	30	624	440	83	1	2,019	443
	Prosječno godišnje <i>Annual average</i>	2,31	48,00				155,31	34,08
	Prosječno po broju <i>Average by issue</i>		20,80				67,30	14,77
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>		1,41				4,56	1,00
	Zastupljenost, % <i>Rates, %</i>			0,9932	0,1874	0,0023		

jabli, i to: **obilježja časopisa** (broj sveščića, broj stranica, broj članaka po godištimu) jer brojnost članaka i učestalost izlaženja uvjetuje »kapacitete« svakoga časopisa; **obilježja članaka** (broj autora, broj referencija, broj samocitata) jer pokazuju kompleksnost, stil i različitosti po područjima; **obilježja autora** jer pokazuju publicističko ponašanje i produktivnost. Kao dodatnu varijablu moguće je dodati i **obilježja referencija** (kategorija referiranih radova, samocitati časopisa, ukriženo citiranje časopisa) jer pokazuju povezanost istraživanja i znanstvenih područja ili disciplina.

Male znanstvene sredine, u koju pripada i naša, susreću se s problemom je li važnija vidljivost rezultata istraživanja na međunarodnoj razini ili prezentiranje tih rezultata domaćoj stručnoj javnosti. Milić (1990) smatra da je »opasno zamijeniti materinji jezik u znanosti nekim stranim jer to otežava razvitak sveopće suvremene kulture unutar etničke skupine« te »da bi se uklonile stvarne kulturne prepreke koje onemogućuju njen društveni utjecaj znanost se mora integrirati u kulture danih zemalja«. Prema Garfieldu (1992) »sva novija istraživanja podržavaju tezu da bibliometrijski pokazatelji, naročito oni na temelju podataka iz ISI indeksa citiranosti, ne procjenjuju ispravno doprinos periferije, posebno ne iz zemalja u razvoju, te da lokalna znanost ne samo što nije sinonim za lošu znanost, već je bar toliko važna koliko i međunarodna znanost u kontekstu zemlje u razvoju pa se, prema tome, mora s njome računati«. Sve to skupa upozorava na potrebu izdavanja barem dijela domaćih časopisa, pa tako i šumarskih, na hrvatskom jeziku.

4.1 Analiza časopisa – *Analysis of Journals*

Od 1994. do 2000. godine »Mehanizacija šumarstva« izišla je u 7 volumena, odnosno 22 sveščića, a »Nova mehanizacija šumarstva« u 6 volumena s po jednim sveščićem i 1 posebnim brojem u dva sveščića (izlaganja sa skupa: jedan na hrvatskom i jedan na engleskom jeziku) (tablica 1).

Smanjeni broj sveščića godišnje u NMŠ doveo je do velikoga smanjenja broja objavljenih članaka i raspolovio broj objavljenih stranica članaka i broj zastupljenih autora. Iz tablice 1 vidljivo je da su članci objavljeni u MŠ i NMŠ (samo redoviti brojevi) gotovo isključivo pisani na hrvatskom jeziku, dok je izvanredni broj NMŠ objavljen dvojezično. Dvojezični su i sažeci sa skupova objavljeni u MŠ. Broj je članaka stalan, ali se on kod brojanja članaka na pojedinim jezicima povećava za broj članaka objavljenih dvojezično te je stoga zbroj postotkovne zastupljenosti jezika u časopisima veći od 100 %. Prosječan broj autora po radu u NMŠ povećan je za 67,5 % u odnosu na MŠ (s 1,23 u MŠ na 2,06 u NMŠ). Ako se promatraju samo redoviti brojevi,

onda je to povećanje 86 %, što je u skladu s međunarodnom tendencijom povećanja broja autora po članku.

Analizom uređivačko-izdavačkih obilježja i analizom referencija dobiveni su bibliometrijski pokazatelji znanstvenosti nekoga časopisa. Uređivačko-izdavačka politika (recenzentski postupak, kategorizacija članaka, jezik pojedinih strukturnih elemenata, redovitost izlaženja) pokazuje ozbiljnost časopisa u svom području.

Uređivačko-izdavačka obilježja podijeljena su na znanstvene i tehničke pokazatelje, a u tablici 2 prikazani su koji su to i kako se boduju.

Kod tehničkih pokazatelja uređivačko-izdavačkih obilježja časopisa uočena je postojanost postignute kvalitete i jednak broj bodova za kategorije *upute autorima* i *ujednačenost citiranja* u oba promatrana časopisa (tablica 3). U kategorijama *periodičnost časopisa*, *postojanje godišnjega kazala* i *ili bibliografije časopisa* te *postojanje mrežne stranice časopisa* i *ili mogućnost pristupa člancima preko portala hrvatskih časopisa* Hrčak javljaju se velike razlike. Deklarirana je periodičnost MŠ 4 broja (posljednjih godina izlaženja nisu izlazila 4 broja godišnje, što je smanjilo broj bodova), a NMŠ 1 broj godišnje čime ulazi u najniži bodovni razred, ali izlazi redovito. NMŠ je velik bodovni iskorak napravila izradom mrežne stranice časopisa, omogućavanjem e-pretraživanja časopisa i postavljanjem časopisa u Hrčak, što je sve manjkalo MŠ. Časopis koji nema elektroničku inačicu, nema svoju mrežnu stranicu ili nije uvršten (barem) u portal hrvatskih časopisa Hrčak nije vidljiv ni hrvatskoj ni međunarodnoj znanstvenoj zajednici. To dokazuje i Lawrence (2001) svojim istraživanjem u kojem je pokazao da postoji jasna veza između broja primljenih citata i vjerojatnosti da se neki časopis nalazi (u slobodnom pristupu) na mreži. Prema njemu je prosječan broj citata časopisa bez elektroničke inačice 2,74, dok je prosječan broj citata časopisa s elektroničkom inačicom 7,03, što je povećanje citiranosti za 157 %. Antelman (2004) tvrdi da časopisi u otvorenom pristupu, i kad su objavljeni u slabijim časopisima, imaju veći relativni utjecaj jer tiskani časopisi nisu tako široko dostupni preko osobne ili institucijske pretplate. Mrežna stranica časopisa i slobodan pristup člancima povećavaju dostupnost članaka i njihovu vidljivost, a time i vjerojatnost njihova citiranja. Ti su podaci razlog više da svaki časopis osigura elektroničku inačicu svoga tiskanoga oblika.

Bodovna razlika kod znanstvenih pokazatelja (tablica 3) rezultat je izlaska posebnoga broja izdanja NMŠ (dva sveščića s člancima na hrvatskom i engleskom jeziku) 2005. godine i redovitost izlaženja časopisa.

Prema tehničkim obilježjima uređivačko-izdavačkih karakteristika časopis »Mehanizacija šumarstva« pripada skupini manje znanstvenih, a »Nova mehani-

Tablica 2. Pokazatelji i način bodovanja**Table 2** Indicators and ranking

Vrsta pokazatelja <i>Indicator type</i>	Broj <i>No.</i>	Pokazatelji <i>Indicators</i>	Rangiranje vrijednosti <i>Ranking</i>	Bodovi <i>Values</i>
Tehnički pokazatelji <i>Technical indicators</i>	1	Upute autorima <i>Instructions to authors</i>	Da – <i>Yes</i>	1
			Ne u svakom broju – <i>Not in every issue</i>	0,5
			Ne – <i>No</i>	0
	2	Periodičnost časopisa <i>Annual number of issues</i>	5 i više brojeva godišnje – <i>5 and more issues per year</i>	2
			2 do 4 broja godišnje – <i>2 to 4 issues per year</i>	1
			jedanput godišnje – <i>Once a year</i>	0
	3	Godišnje kazalo ili bibliografija časopisa <i>Index or journals' bibliography</i>	Ima kazalo i e-tražilicu – <i>Has an index and a web-search category</i>	1
			Ima kazalo ili e-tražilicu – <i>Has an index or a web-search category</i>	0,5
			Nema kazalo ni e-tražilicu – <i>Has no index nor web-search category</i>	0
	4	Mrežne stranice časopisa ili pristup preko baze podataka »Hrčak« <i>Web-site or access through »Hrčak« database</i>	Ima mrežnu stranicu i pristup preko baze podataka »Hrčak« <i>Has a web-site and access through »Hrčak« database</i>	4
			Ima svoju mrežnu stranicu – <i>Has a web-site</i>	3
			Pristup samo preko »Hrčak« – <i>Has an access through »Hrčak« DB</i>	2
			Nema elektroničke inačice – <i>No electronic version</i>	0
	5	Ujednačenost citiranja <i>Unification of citations</i>	Ujednačeno – <i>Unified</i>	1
			Djelomično – <i>Partially unified</i>	0,5
			Neujednačeno – <i>Not unified</i>	0
Znanstveni pokazatelji <i>Scientific indicators</i>	6	Recenzija i kategorizacija članaka <i>Review and article categorisation</i>	Ima recenziju i kategorizaciju – <i>Review and article categorisation</i>	4
			Ima samo recenziju – <i>Review only</i>	2
			Nema ni recenziju ni kategorizaciju – <i>No review nor article categorisation</i>	0
	7	Izdavač <i>Publisher</i>	Znanstvena ustanova – <i>Science institution</i>	1
			Stručno društvo – <i>Professional company</i>	0,5
	8	Jezik članka <i>Language of article</i>	Dvojezično – <i>Bilingual</i>	3
			Samo na stranom jeziku – <i>Foreign language only</i>	2
			Hrvatski ili strani jezik – <i>Croatian or foreign language</i>	1,5
			Samo na hrvatskom jeziku – <i>Only Croatian /</i>	1
	9	Jezik sažetka <i>Language of abstract</i>	Hrvatski i strani jezik – <i>Croatian and foreign language</i>	2
			Strani jezik – <i>Foreign language</i>	1,5
			Hrvatski jezik – <i>Croatian</i>	1
	10	Jezik sadržaja <i>Language of contents</i>	Hrvatski i strani jezik – <i>Croatian and foreign language</i>	1
			Strani jezik – <i>Foreign language</i>	0,75
			Hrvatski jezik – <i>Croatian</i>	0,5
	11	Redovitost izlaženja <i>Regularity of publishing</i>	Redovito – <i>Regularly</i>	2
			Neredovito – <i>Irregularly</i>	1
	12	Indeksiranost <i>Indexing</i>	SCI	3
			CABI	1

Tablica 3. Prikaz rezultata bodovanja znanstvenih i tehničkih elemenata uređivačko-izdavačkih obilježja časopisa »Mehanizacija šumarstva« i »Nova mehanizacija šumarstva«

Table 3 Ranking results of scientific and technical elements in editorial features of the journals »Mehanizacija šumarstva« and »Nova mehanizacija šumarstva«

Godina – Year	Znanstveni pokazatelji Scientific indicators		Tehnički pokazatelji Technical indicators	
	MŠ	NMŠ	MŠ	NMŠ
1994.	12		3	
1995.	12		3	
1996.	12		3	
1997.	12		3	
1998.	12		3	
1999.	11,5		2	
2000.	11		2	
2001–2004.				
2005.		14		8
2006.		12,5		8
2007.		12		8
2008.		12		8
2009.		12		8
2010.		12		8
Ukupno – Total	83	75	19	48
Godišnji prosjek bodova Average annual values	11,79	12,42	2,71	8,00

zacija šumarstva« skupini srednje znanstvenih časopisa, dok prema znanstvenim obilježjima obadva časopisa pripadaju skupini znanstvenih časopisa. Radi usporedbe, u skupinu visoke znanstvenosti po svim obilježjima ulaze »Šumarski list«, »Drvena industrija« i »Croatian Journal of Forest Engineering« (Špac 2012). Rangiranjem znanstvenosti časopisi se dijele u pet razreda: visoko znanstveni, znanstveni, srednje znanstveni, manje znanstveni i neznastveni časopisi.

Usporedba dobivenih rezultata s istim rezultatima istraživanja (Špac 2012) rađenoga na korpusu hrvatskih šumarskih časopisa (»Šumarski list«, »Radovi«, »Glasnik za šumske pokuse«, »Drvena industrija«, CROJFE, »Mehanizacija šumarstva«, »Nova mehanizacija šumarstva«) autorice su locirale promatrane časopise u »šumarskom« izdavaštvu (slika 1). Prema teh-

ničkim elementima MŠ se nalazi u donjoj polovici, dok se NMŠ nalazi u gornjoj polovici časopisa svaki u svom intervalu. Prema znanstvenim elementima i MŠ i NMŠ nalaze se u sredini skupine visokorangiranih časopisa.

Kao mjera internacionalnosti časopisa uzima se i zastupljenost stranih autora u časopisu, suautorstvo domaćih i međunarodnih autora, sastav uredničkoga odbora, status nakladnika (komercijalni, znanstveni, društvo i sl.), jezik članaka, dostupnost časopisa (elektronički oblik i način promoviranja i vidljivost) i potencijalni korisnici (Jokić 2005). Prema tomu mjerilu promatrani časopisi pripadaju skupini nacionalnih/lokalnih časopisa, dakle manje znanstvenih.

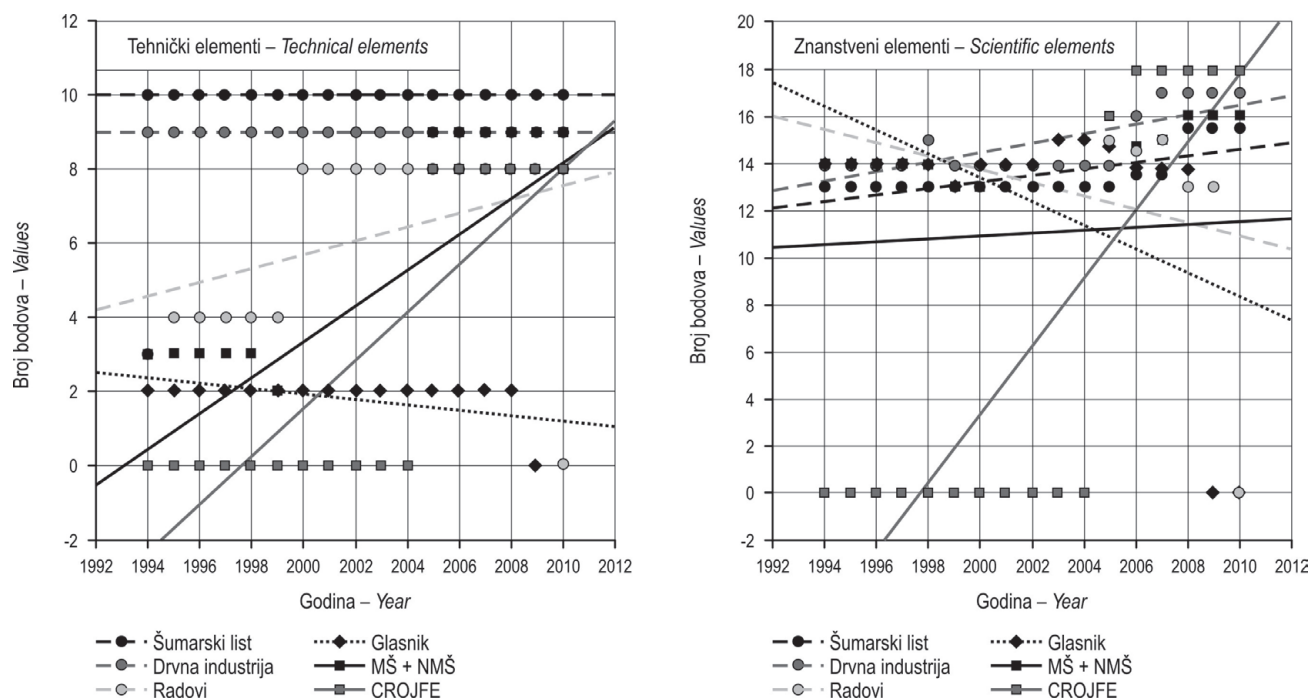
4.2 Analiza članaka – Analysis of Articles

Analizirani članci podijeljeni su u skupine: izvorni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni članak, recenzirano izlaganje sa skupa i prilozi, s tim da su izvorni znanstveni članci, prethodna priopćenja, pregledni članci, stručni članci i recenzirana izlaganja sa skupa kategorizirani članci. Prilozi (prikazi skupova, predstavljanje knjiga, uvodnici, sažeci sa skupova i sl.) smatraju se nekategoriziranim člancima. Među člancima u MŠ nalazi se 74 % priloga, a u NMŠ 17 % (tablica 4). Objavljivanje većega broja sažetaka sa skupa u MŠ (1999. godine) djelomično je uzrok tomu. S druge strane, NMŠ je izdavanjem posebnoga sveščića, u kojem su objavljena recenzirana izlaganja sa skupa, znatno povećala zastupljenost kategoriziranih članaka.

Analiza autora pokazala je da je broj autora u kategoriziranim člancima u promatranim časopisima (tablica 5: A – MŠ, B – NMŠ) povećan s prosječnih 1,51 (1994) na 2,58 (2010) autora po članku, što je povećanje od 71 %. To je povećanje manje u odnosu na stopostotno povećanje pokazano za korpus hrvatskih šumarskih časopisa (Špac 2012). Porast prosječnoga broja autora po članku može se objasniti povećanjem suradnje među znanstvenicima i profesionalizacijom znanosti, ali i aktivacijom sve većega broja autora i imperativom objavljivanja sve većega broja radova (Minimalni uvjeti za napredovanje u zvanju, 1998).

Promjene u šumarskoj znanstvenoj publicistici dovele su i do smanjenja prosječnoga broja stranica po članku (prosječan broj stranica po kategoriziranim člancima u MŠ je gotovo 9, a u NMŠ ispod 8), što je još uvijek velik opseg članaka prema standardima međunarodne znanstvene publicistike (preporuka je, ovisno o znanstvenom području, 4–6 stranica).

Obilježje je znanstvenih članaka citiranje izvora povezanih s istraživanjem i njihovo navođenje u referencijama. Price (1965) tvrdi da se članci s manje od 10, a Maričić i dr. (1992) s manje od 5 referencija po članku ne mogu smatrati znanstvenima. Prosječan broj referen-



Slika 1. Prikaz rezultata bodovanja tehničkih i znanstvenih elemenata uređivačko-izdavačkih obilježja i procijenjeni linearni trendovi kretanja bodova hrvatskih šumarskih časopisa

Fig. 1 Results in ranking technical and scientific elements of editorial features and estimated linear trends of ranking in Croatian forestry journals

cija u člancima objavljenim u »Mehanizaciji šumarstva« je 5, odnosno gotovo 19 referencija po članku za kategorizirane članke. Za članke objavljene u »Novoj mehanizaciji šumarstva« prosječan je broj referencija po članku 12,5, a 22 referencije po članku za kategorizirane članke. Tim se pokazalo da članci u promatranim časopisima, u najvećem broju, zadovoljavaju (viši) uvjet znanstvenosti od 10 referencija po članku, ali da im je prosječan broj referencija manji od prosjeka svih hrvatskih šumarskih časopisa za isto razdoblje. Razlog nižega prosjeka broja referencija u MŠ je zastupljenost velikoga broja nekategoriziranih članaka (tablica 6). Čukac je (1982) dobila da je prosječan broj referencija po članku za šumarske i srodne časopise bivše Jugoslavije gotovo 12 referencija po članku. Špac je (2012) analizom hrvatskih šumarskih časopisa dobila da je prosječan broj referencija po članku veći od 16. Razlog povećanja broja referencija može se tražiti u jednostavnijem načinu pretraživanja i dostupnosti relevantne literature i prednostima što ih daju citatne baze. Ipak, neki znanstveni časopisi postavljaju ograničenje broja referencija (iznimka su pregledni članci) smatrajući da to umanjuje znanstvenost ili originalnost članaka.

U MŠ su pronađena dva pregledna članka bez ijedne navedene referencije (što je potpuno neprihvatljivo,

posebno jer se radi o preglednim člancima), a u NMŠ dva članka nastala po izlaganju sa skupa. S druge strane pronađeno 97 referencija u MŠ i 4 u NMŠ koje su citirane u nekategoriziranim člancima, što nije uobičajena praksa u znanstvenom publiciranju. Vidljivo je da se prosječno najveći broj citata javlja u preglednim člancima, a najmanji u stručnim.

»Često se, pridržavajući se osnovnih načela citiranja – koji sugerira da citati trebaju biti poveznica s prethodnim radovima na koje se nadovezuju – na neki način zahtijeva samocitiranje. U stvari, kako znanstvenik sve više i više objavljuje, sve je izglednije gomilanje njegovih radova u specijaliziranom znanstvenom području, čime je citiranje vlastitih radova neizbježno« (Borgman i Furner 2001). Autorskim samocitatima smatraju se citati kod kojih je barem jedan od autora rada ujedno i jedan od autora citirajućega rada. Oni mogu olakšati uvid u prethodna istraživanja i korištenu metodologiju te potvrditi kontinuitet znanstvenih istraživanja. Ovisno o području znanstvenoga istraživanja, tolerirana zastupljenost samocitata kreće se između 10 % i 20 %.

Analizom referencija pronađeno je prosječno 18 % samocitata (19 % u MŠ, 17 % u NMŠ), što je na gornjoj granici prihvatljivoga (tablica 7, slika 2). Prosječna je zastupljenost samocitata u domaćim šumarskim časopisima 16 % (Špac 2012). »Mehanizacija šumarstva« i

Tablica 4. Prikaz zastupljenosti kategorija članaka u promatranim časopisima**Table 4** Rate categories of articles in selected journals

Časopis – Journal	Značajke Characteristics	Skupni prikaz Joint review			Kategorizirani članci Categorized articles					Članci bez kategorije Uncategorized articles	
		Ukupno Total	Kategorizirani članci Categorized articles	Nekategorizirani članci Uncategorized articles	Izvorni znanstveni rad Original scientific paper	Prethodno priopćenje Preliminary note	Pregledni rad Subject review	Stručni članak Professional paper	Izlaganja sa skupa Conference presentations	Sažeci sa skupa (osvrt) Comment	Prilozi Appendix
»Mehanizacija šumarstva«	N	349	91	258	43	11	30	7	0	38	220
	Prosječno godišnje – Annual average	49,86	13	36,86	6,14	1,57	4,29	1	0	5,43	31,43
	Prosječno po broju – Average by issue	15,86	4,14	11,73	1,95	0,5	1,36	0,32	0	1,73	10
	Zastupljenost, % – Rates, %	1	0,26	0,74	0,12	0,03	0,09	0,02	0	0,11	0,63
	Zastupljenost znanstveno-stručnih kategorija, % Rates of scientific – professional categories, %				0,47	0,12	0,33	0,08			
»Nova mehanizacija šumarstva«	N										
	Prosječno godišnje – Annual average	94	78	16	7	12	15	3	41	0	16
	Prosječno po broju – Average by issue	18,8	15,6	3,2	1,4	2,4	3	0,6	8,2	0	3,2
	Zastupljenost, % – Rates, %	11,75	9,75	2	0,88	1,5	1,88	0,38	5,13	0	2
	Zastupljenost znanstveno-stručnih kategorija, % Rates of scientific – professional categories, %	1	0,83	0,17	0,07	0,13	0,16	0,03	0,44	0	0,17
Ukupno – Total	N				0,19	0,32	0,41	0,08			
	Prosječno godišnje – Annual average										
	Prosječno po broju – Average by issue	443	169	274	50	23	45	10	41	38	236
	Zastupljenost, % – Rates, %	34,08	13	21,08	3,85	1,77	3,46	0,77	3,15	2,92	18,15
	Zastupljenost znanstveno-stručnih kategorija, % Rates of scientific – professional categories, %	14,77	5,63	9,13	1,67	0,77	1,5	0,33	1,37	1,27	7,87

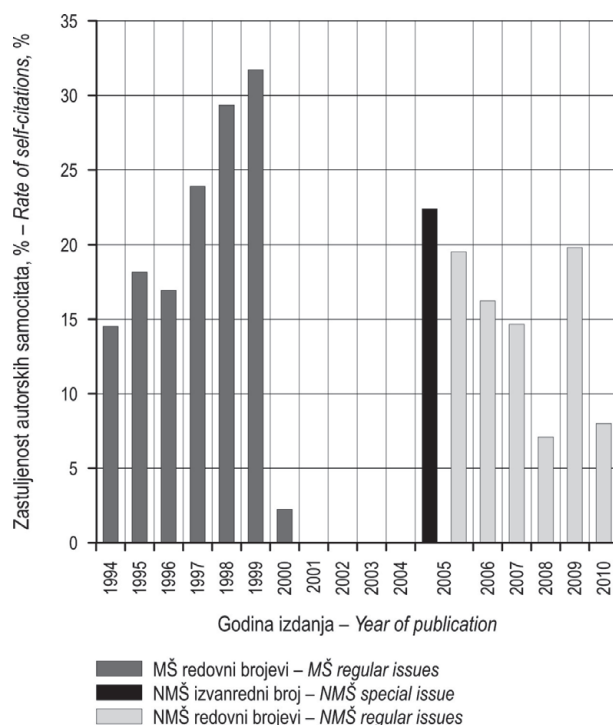
Tablica 5. Kretanje prosječnoga broja autora u »Mehanizaciji šumarstva« (A) i »Novoj mehanizaciji šumarstva« (B) po pojedinim kategorijama članaka i po godinama**Table 5** Average number of authors in the journals »Mehanizacija šumarstva« (A) and »Nova mehanizacija šumarstva« (B) by individual categories of articles and by years

Vrsta članka izdana u časopisu Type of articles in published journals		Godina – Year							
A	»Mehanizacija šumarstva«	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	1994 – 2000.
	Izvorni znanstveni rad – <i>Original scientific paper</i>	1,21	1,50	2,00	1,89	1,29	2,00	1,00	1,56
	Prethodno priopćenje – <i>Preliminary note</i>	1,00	1,60	2,00				4,00	2,15
	Pregledni rad – <i>Subject review</i>	1,75	1,00	1,14	1,00	1,67	1,75		1,38
	Stručni članak – <i>Professional paper</i>	1,00	1,00		1,00			1,00	1,00
	Izlaganje sa skupa – <i>Conference presentations</i>								
	Ukupno kategorizirani članci – <i>Total of categorized articles</i>	1,25	1,31	1,57	1,69	1,46	1,71	2,00	1,51
B	»Nova mehanizacija šumarstva«	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2005–2010.	
	Izvorni znanstveni rad – <i>Original scientific paper</i>		1,00	3,00		3,00	3,50	2,63	
	Prethodno priopćenje – <i>Preliminary note</i>	2,33	1,75		3,33		2,50	2,48	
	Pregledni rad – <i>Subject review</i>	2,50	1,00		3,00	3,40	1,75	2,33	
	Stručni članak – <i>Professional paper</i>	4,00		2,00	4,00			3,33	
	Izlaganje sa skupa – <i>Conference presentations</i>	1,83						1,83	
	Ukupno kategorizirani članci – <i>Total of categorized articles</i>	1,94	1,50	2,75	3,29	3,33	2,38	2,58	

»Nova mehanizacija šumarstva« usko su ili uže specijalizirani časopisi od »Šumarskoga lista«, »Glasnika« ili »Radova«, što je rezultiralo pojavom većega broja autorskih samocitata u njima. Samocitati su najbrojniji u prethodnim priopćenjima jer u njima autor daje osnovne metode i preliminarne rezultata istraživanja koja su najčešće povezana s prethodnim.

Slika 3 (Špac 2012) prikazuje odnose aritmetičkih sredina autorskih samocitata svih hrvatskih šumarskih časopisa. Na njoj se vidi da »Mehanizacija šumarstva« ima uvjerljivo najmanji prosjek autorskih samocitata u posljednjoj godini izlaženja, ali i da je do 2000. bila u samom vrhu zajedno s »Glasnikom za šumske pokuse« i »Radovima«. »Mehanizacija šumarstva« ima najveće variranje samocitata. »Nova mehanizacija šumarstva« pripada skupini časopisa (s »Drvnom industrijom« i »Šumarskim listom«) nižega prosjeka samocitata. Iz toga se može zaključiti da što je časopis zatvoreniji (uska specijaliziranost časopisa, lokalni karakter časopisa – tu posebno prednjači »Glasnik«), to ima veći broj autorskih samocitata. Pogleda li se krivulja zastupljenosti samocitata u referencijama (slika 4), vidi se da se s povećanjem njihove zastupljenosti smanjuje broj radova u kojima se javljaju.

Analizom referencija uočena su odstupanja od uobičajenoga načina citiranja u znanstvenim člancima:

**Slika 2.** Raspodjela autorskih samocitata po godinama za promatrane časopise**Fig. 2** Distribution of authors' self-citations in given period

Tablica 6. Kretanje prosječnoga broja referencija po pojedinim kategorijama članaka za svaki časopis posebno i ukupno**Table 6** Average number of references for each article category for both journals (separately and together)

Časopis <i>Journal</i>	Skupni prikaz <i>Joint review</i>			Kategorizirani članci <i>Categorized articles</i>					Članci bez kategorije <i>Uncategorized articles</i>	
	Ukupno <i>Total</i>	Kategorizirani članci <i>Categorized articles</i>	Nekategorizirani članci <i>Uncategorized articles</i>	Izvorni znanstveni rad <i>Original scientific paper</i>	Prethodno priopćenje <i>Preliminary note</i>	Pregledni rad <i>Subject review</i>	Stručni članak <i>Professional paper</i>	Izlaganja sa skupa <i>Conference presentations</i>	Sažeci sa skupa (osvrt) <i>Comment</i>	Prilozi <i>Appendix</i>
MŠ ukupno – MŠ <i>total</i>	1,807	1,71	7	833	189	621	64	0	0	97
MŠ prosječno po članku – MŠ <i>average by article</i>	5,18	18,79	0	19,37	17,18	20,7	9,14	0	0	0,44
NMŠ ukupno – NMŠ <i>total</i>	1,171	1,171	0	94	247	336	47	369	0	4
NMŠ prosječno po članku – NMŠ <i>average by article</i>	12,46	21,92	0	13,43	20,58	22,4	15,67	9	0	0,25
Ukupno MŠ i NMŠ – <i>Total MŠ and NMŠ</i>	2,978	2,881	7	927	436	957	111	369	0	101
Prosječno po članku MŠ i NMŠ <i>Average by article MŠ and NMŠ</i>	6,72	17,05	0,03	18,54	18,96	21,27	11,1	9	0	0,43

potpuni izostanak samocitata i pretjerano samocitiranje. U 26 % članaka u MŠ i 45 % u NMŠ uočeno je da nemaju ni jedan samocitat, a u jednom članku u NMŠ nađeno je 100 % autorskih samocitata. Mali broj autorskih samocitata može se objasniti nelagodom autora da citiraju sami sebe, ali i dostupnošću sve većega broja časopisa i sve raširenijoj suradnji među autorima i ustanovama. Stopostotna zastupljenost samocitata u referencijama nije prihvatljiva i takvi se članci ne mogu smatrati znanstvenima.

4.3 Analiza autora – *Analysis of Authors*

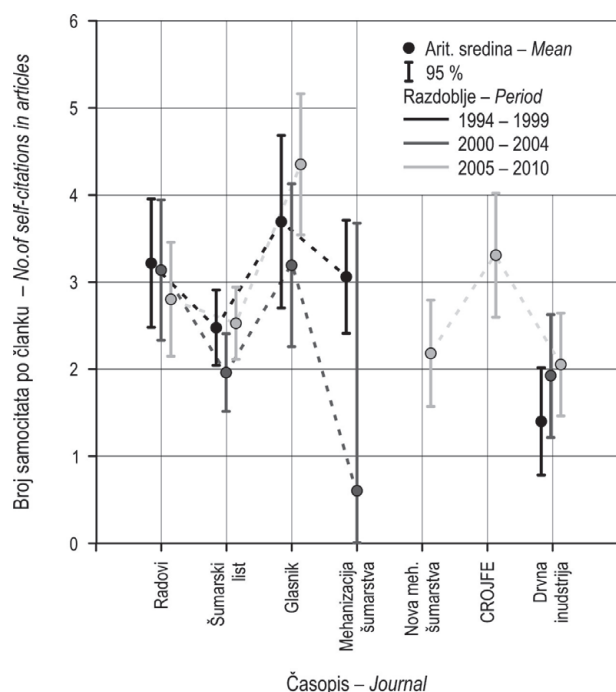
Analizom povezanosti dobiveni su znanstveni kontakti autora/ustanova na istraživanjima koja su re-

zultirala objavom članaka u promatranim časopisima. Svakom je autoru dodijeljena ustanova pripadnosti ili status (student, umirovljenik). Suradnja je analizirana s obzirom na suautorstvo do najviše 4 člana (slike 5 i 6) kako bi se vidjele promjene u komunikaciji dvaju časopisa.

Analiza povezanosti ustanova s obzirom na suautorstvo u MŠ (slika 5) pokazuje središnje mjesto Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (ŠF_ZG) među zastupljenim ustanovama i njegovu čvrstu povezanost sa studentima, ponajprije šumarstva (STU), umirovljenim šumarima (UMI), Hrvatskim šumama (HŠ) i Hrvatskim šumarskim institutom, Jastrebarsko (HŠI_JAST). Zajedničko publiciranje profesora i stu-

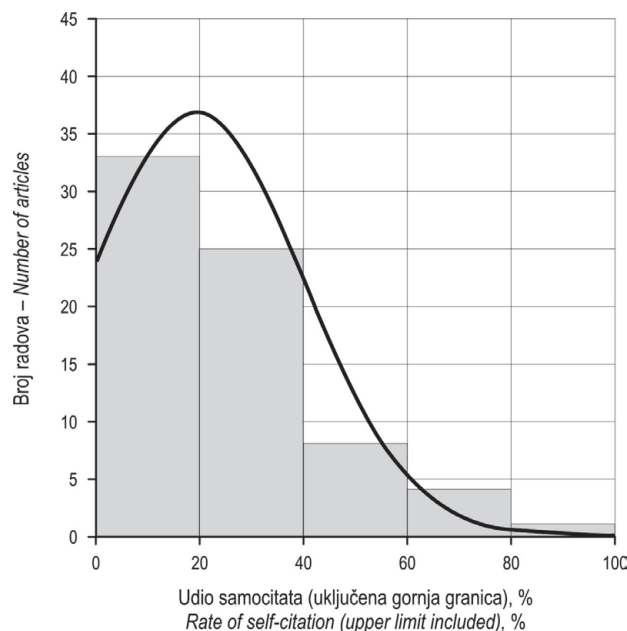
Tablica 7. Prikaz kretanja broja samocitata autora po članku u promatranim časopisima u zadanom razdoblju**Table 7** Self-citation values of authors per article in selected journals and given period

Časopis <i>Journal</i>	N	min	max	Prosječan broj samocitata po članku <i>Average number of selfcitation by article</i>		Zastupljenost samocitata, % <i>Rates of self-citation, %</i>
				Svi članci <i>All articles</i>	Kategorizirani članci <i>Categorized articles</i>	
MŠ	347	0	27	0,99	3,61	0,19
NMŠ	195	8	15	2,07	2,50	0,17
Ukupno – Total	542	0	27	1,22	3,11	0,18



Slika 3. Aritmetičke sredine i 95 % PI udjela autorskih samocitata svih hrvatskih šumarskih časopisa podijeljenih u tri intervala za razdoblje 1994–2010.

Fig. 3 Means (95% confidence interval) of self-citations in all Croatian forestry journals divided into three intervals in the period 1994–2010



Slika 4. Asimetrična razdioba: odnos broja radova i zastupljenosti autorskih samocitata u člancima časopisa MŠ i NMŠ

Fig. 4 Asymmetric distribution: number of articles and self-citations in the journals MŠ and NMŠ

denata jasno je naglašeno. Skupinu ustanova (OST) čine ostale domaće znanstveno-nastavne ustanove i privredne organizacije s malom frekvencijom pojavljivanja. Malo izdvojena, postoji i dosta jaka veza između instituta Oikon (OIKON) i Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku (AGR_OS). Premda izdvojena, u bliskoj je vezi s autorima Šumarskoga fakulteta. Suautorstvom formirane skupine predstavljaju pojedine zavode/odsjeke unutar ustanova, odnosno pokazuju povezanost autora specijaliziranih za određeno područje šumarstva te njihovu multidisciplinarnost.

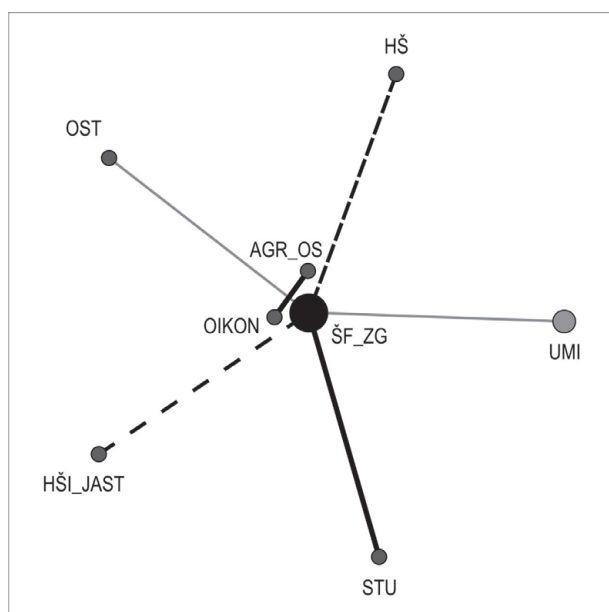
Situacija u NMŠ znatno se razlikuje (slika 6) zahvaljujući izdavanju posebnoga sveščića u 2005. koji je ujedno i zbornik radova međunarodnoga skupa (preko 30 % objavljenih radova nastalo je međunarodnim suautorstvom). Šumarski fakultet (SF_ZG) više nema središnje mjesto, ali je najproduktivnija ustanova. Slika povezanosti ustanova pokazuje prisutnost većega broja ustanova, i to međunarodnih i domaćih ustanova (fakulteti, instituti, privredne organizacije i sl.). Zastupljene su znanstvene ustanove iz SAD-a (ZU_SAD), Nizozemske (ZU_NL), Slovenije (ZU_SL), Biotehnički fakultet u Ljubljani (BTF_LJ), ustanove iz Turske (ZU_TR), Japana (ZU_J) i Češke (ZU_RC) te domaće ustanove: Šumarski fakultet (SF_ZG), Hrvatske šume (HŠ), studenti (STU), umirovljeni šumari (UMI), domaće privredne organizacije (PRIV) te Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP). Značajnu ulogu u povezivanju domaćih i međunarodnih znanstvenika i ustanova imaju znanstvenici zaposleni u privredi te umirovljeni šumari. Oni, uz znanstvene ustanove, čine jezgru unutar šumarske zajednice koja se bavi tehničko-tehnološkim aspektom šumarstva i pri tom pokazuju tradicionalno isprepletanje sadašnjih (znanstvenici), budućih (studenti) i prethodnih (umirovljenici) generacija šumara.

Objašnjenje novonastale mreže skupina autora, a time i ustanova, treba tražiti u izdavanju izvanrednoga broja NMŠ 2005. godine koji ima velik broj članaka nastalih iz izlaganja s međunarodnoga skupa. Ako se taj izvanredni broj isključi iz analize, razlike su između MŠ i NMŠ neznatne.

4.4 Analiza referencija – Analysis of References

Citiranje i citati su još jedan od pokazatelja znanstvenosti članka i mogu se koristiti pri kvalitativnom i kvantitativnom vrednovanju znanstvenika, publikacija i ustanova (Egghe i Rousseau 1990).

Analiza referencija daje, osim već poznatih veza, i one rjeđe očekivane odnose između disciplina i potpolja te daju uvid u odvijanje razmjene znanja. Mjerenje interdisciplinarnoga utjecaja na temelju referencija iz drugih područja znanosti treba uzeti u obzir broj,



ŠF_ZG Šumarski fakultet – Faculty of Forestry
 STU Studenti – Students
 UMI Umirovljenici – Retirees
 HŠ Hrvatske šume d.o.o. Zagreb – Croatian Forests Ltd. Zagreb
 HŠI_JAST Šumarski institut Jastrebarsko – Forestry Institute Jastrebarsko
 OST Ostalo – Rest
 OIKON Oikon d.o.o. – Oikon Ltd.
 AGR_OS Agronomski fakultet, Osijek – Faculty of Agriculture, Osijek

Slika 5. Grafički prikaz analize udruživanja skupina ustanova autora zastupljenih u »Mehanizaciji šumarstva« za razdoblje 1994–2000.

Fig. 5 Association of authors' institution groups present in the journal »Mehanizacija šumarstva« in the period 1994–2000

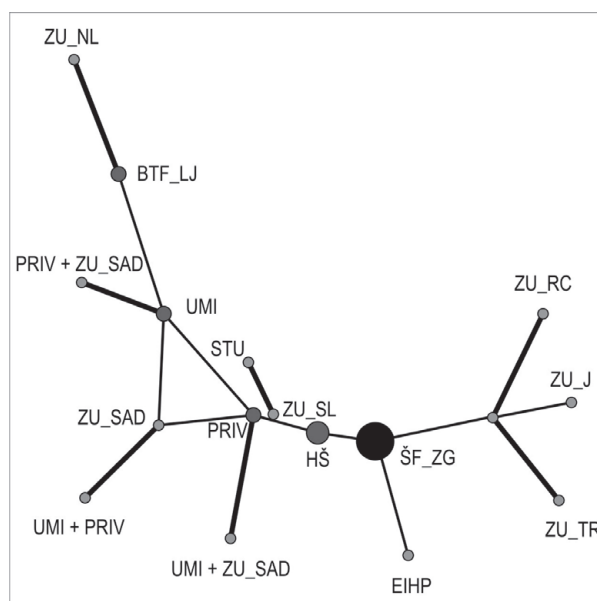
kao i značajke citata iz uključenih znanstvenih polja (Rinia i dr. 2002). Glänzel (2007) smatra da ne postoji potvrdna veza između suradnje znanstvenika i njihova publiciranja, ali da postoji uska povezanost između višeautorstva i »privlačenja« citata.

Znanstvenici ponekad pronalaze potrebne informacije pregledavanjem citirane literature tuđih radova, ali samo ako je njezino navođenje točno i prema određenim pravilima navedenim u *Uputama autorima*. Analizirajući referencije u člancima promatranih časopisa, pronađen je dio nesljedivih, nepotpunih, pa i netočnih citata, što može upućivati na preuzimanje citata iz drugih izvora bez konzultiranja originala. Na tu bi komponentu rada uredništvo i recenzenti trebali obratiti veću pažnju i strože je kontrolirati. Neobjavljeni radovi i interni dokumenti, nedostupni javnosti, ne bi se smjeli citirati i navoditi u referencijama. Ti se podaci trebaju navoditi u napomenama (fusnotama) na dnu stranice ili na kraju rada kao krajnje bilješke.

Referencije analiziranih članaka razvrstane su prema vrstama citiranih radova po časopisima i po-

dijeljene su na knjige, časopise, zbornike, ocjenske radove, elektroničke izvore podataka i ostalo (tablica 8). U kategoriju *ostalo* uvrštavane su sve one informacije i dokumenti koji se nisu mogli podvesti ni pod koju od navedenih skupina (karte, elaborati, interne baze podataka, rukopisi i sl.). Analiza je pokazala da su časopisi najcitiraniji izvor informacija u MŠ i NMŠ (preko 40 %) (tablica 8). Drugi najzastupljeniji nositelj informacija u MŠ su knjige, dok su u NMŠ to ostali izvori informacija. Slaba zastupljenost ocjenskih radova u referencijama nažalost nije iznenađenje, premda se može smatrati propustom. Ocjenjski radovi (najčešće se radi o doktorskim i magistarskim radovima) važan su, bogat i dobro provjeren izvor znanstvenih informacija i trebali bi biti dostupniji širemu krugu znanstvenika.

Struktura referencija je sljedeći pokazatelj znanstvenoga opredjeljenja časopisa. Suvremena je znanost



ŠF_ZG Šumarski fakultet – Faculty of Forestry
 STU Studenti – Students
 PRIV Privreda – Industry
 UMI Umirovljenici – Retirees
 HŠ Hrvatske šume d.o.o. Zagreb – Croatian Forests Ltd. Zagreb
 EIPH Energ.institut Hrvoje Požar – Energy Institute Hrvoje Požar
 BTF_LJ Biotehnički fakultet, Ljubljana – Biotechnical Faculty, Ljubljana
 ZU_SAD Znanstvene ustanove iz SAD-a – Scientific institutions from USA
 ZU_SL Znanstvene ustanove iz Slovenije – Scientific institutions from Slovenia
 ZU_RC Znanstvene ustanove iz Češke – Scientific institutions from Czech R.
 ZU_J Znanstvene ustanove iz Japana – Scientific institutions from Japan
 ZU_TR Znanstvene ustanove iz Turske – Scientific institutions from Turkey

Slika 6. Grafički prikaz analize udruživanja skupina ustanova autora zastupljenih u »Novoj mehanizaciji šumarstva« za razdoblje 2005–2010.

Fig. 6 Association of authors' institution groups present in the journal »Nova mehanizacija šumarstva« in the period 2005–2010

Tablica 8. Zastupljenost pojedinih kategorija radova u referencijama analiziranih članaka**Table 8** Rates of certain categories of articles listed as references

Časopis <i>Journal</i>	Značajke <i>Characteristics</i>	Kategorije referiranih radova – <i>Categories of referenced articles</i>					
		Ostalo <i>Other</i>	Knjige <i>Books</i>	Zbornici <i>Proceedings</i>	E-izvori <i>E-sources</i>	Ocjenski radovi <i>Rating articles</i>	Časopisi <i>Journals</i>
»Mehanizacija šumarstva«	Ukupno <i>Total</i>	377	459	171	7	62	782
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>	1,08	1,32	0,49	0,02	0,18	2,24
	Zastupljenost, % <i>Rates, %</i>	0,21	0,25	0,09	0,00	0,03	0,43
»Nova mehanizacija šumarstva«	Ukupno <i>Total</i>	255	181	166	22	76	469
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>	2,71	1,93	1,77	0,23	0,81	4,99
	Zastupljenost, % <i>Rates, %</i>	0,22	0,15	0,14	0,02	0,06	0,40
Ukupno <i>Total</i>	Ukupno <i>Total</i>	632	640	337	29	138	1251
	Prosječno po članku <i>Average by article</i>	3,74	3,79	1,99	0,17	0,82	7,40
	Zastupljenost, % <i>Rates, %</i>	0,21	0,21	0,11	0,01	0,05	0,42

dinamična pa tako i kruženje znanstvenih informacija mora biti brzo i učinkovito. Knjiga teško prati brzinu promjena i pojavnost novih metoda i tehnologija, tako da se časopisima daje primarno mjestu u formalnoj znanstvenoj komunikaciji. Postave li se granice između znanstvenih, manje znanstvenih i neznastvenih časopisa na 50 %, odnosno 30 % zastupljenosti časopisa u referencijama, vidi se da MŠ i NMŠ ulaze u skupinu srednje znanstvenih časopisa (tablica 8), dok prema zastupljenosti stranih časopisa u referencijama MŠ pripada skupini srednje znanstvenih, a NMŠ skupini znanstvenih časopisa (tablica 9).

Broj članaka bez referencija, odnosno njihov postotak, ne prelazi 3 % ukupno objavljenih članaka. Prema tomu pokazatelju znanstvenosti promatrani časopisi pripadaju skupini znanstvenih časopisa. Pri tom MŠ i NMŠ imaju manji prosjek članaka bez referencija nego svi šumarski časopisi zajedno (otprilike 5 %).

Analizom citiranih časopisa u analiziranim člancima utvrđen je određeni broj samocitata časopisa (tablica 9), s tim da su MŠ i NMŠ promatrani kao jedan jedinstveni časopis. Samocitatima časopisa smatraju se citati koji citiraju članak (bez obzira na autore) iz

časopisa u kojem je navedeni članak objavljen. Časopisnih samocitata u člancima objavljenim u »Mehanizaciji šumarstva« ima 12 % svih citata ili 28 % od citiranih časopisa i puno manje u »Novoj mehanizaciji šumarstva« – 7 % svih citata ili 17 % od citiranih časopisa. Pozivanje i povezivanje s prethodnim istraživanjima dio su znanstvenoga rada i istraživanja te je stoga razumljivo da kad se radi o usko specijaliziranom području istraživanja (kao što su šumarske tehnike i tehnologije), broj časopisnih samocitata (kao i autor-skih) izgledniji je jer je malo usko specijaliziranih časopisa za to područje šumarstva. Početkom izlaženja CROJFE-a smanjuje se broj časopisnih samocitata u NMŠ (u odnosu na MŠ) jer je broj časopisa koji se bave istom tematikom (i to na nacionalnoj razini) povećan, a izbor je članaka za citiranje proširen.

Neki autori navode da je jedna referencija po stranici optimalan prosjek broja referencija po stranici članka. Za sve hrvatske šumarske časopise prosječna vrijednost broja citirane literature po stranici iznosi 1,24 (Špac 2012) uz pretpostavku da svi članci imaju navedenu literaturu. Istraživanjem iz 1982. (Čukac 1982) dobiven je prosječan broj citata po stranici 0,86.

Tablica 9. Prikaz zastupljenosti pojedinih časopisa (pri tom su MŠ i NMŠ u citatima promatrani kao jedan časopis) u časopisnim citatima u MŠ i NMŠ**Table 9** Rates of certain journals in citations (in citations MŠ and NMŠ are regarded as one journal)

Časopis – Journal	Značajke Characteristics	Citirani časopisi – Cited journals							
		»Šumarski list«	»Glasnik«	»Radović«	CROJFE	»Drvena industrija«	Ostali hrv. časopisi Other Croatian journals	Strani časopisi Foreign journals	MŠ/NMŠ samocitiranje MŠ/NMŠ selfcitation
»Mehanizacija šumarstva«	Ukupno citata Total citations	35	20	38	0	7	239	232	221
	Prosječno po članku Average by article	0,10	0,06	0,11	0,00	0,02	0,68	0,66	0,63
	Ukupna zastupljenost, % Total rates, %	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,13	0,13	0,12
	Zastupljenost u citatima časopisa, % Citation rates in journals, %	0,04	0,03	0,05	0,00	0,01	0,31	0,30	0,28
»Nova mehanizacija šumarstva«	Ukupno citata Total citations	71	27	4	20	4	24	237	82
	Prosječno po članku Average by article	0,76	0,29	0,04	0,21	0,04	0,26	2,52	0,87
	Ukupna zastupljenost, % Total rates, %	0,06	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,20	0,07
	Zastupljenost u citatima časopisa, % Citation rates in journals, %	0,15	0,06	0,01	0,04	0,01	0,05	0,51	0,17
Ukupno – Total	Ukupno citata Total citations	106	47	42	20	11	263	469	303
	Prosječno po članku Average by article	0,63	0,28	0,25	0,12	0,07	1,56	2,78	1,79
	Ukupna zastupljenost, % Total rates, %	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,09	0,16	0,10
	Zastupljenost u citatima časopisa, % Citation rates in journals, %	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,21	0,37	0,24

Zanimljivo je navedene podatke usporediti s ovdje dobivenim. Vidljivo je da MŠ i NMŠ imaju veći prosječan broj referencija po stranici članka, i to MŠ 1,39 (1,44 po stranici članka s referencijama), a NMŠ 1,65 (1,67 po stranici članka s referencijama) (tablica 10), što je više od prosjeka dobivenih u prethodnim istraživanjima šumarskih časopisa.

4.5 Analiza riječi iz naslova – Analysis of Title Words

Analiza riječi (riječi naslova, ključnih riječi, riječi sažetaka, pa čak i cjelovitih tekstova članaka) daje izravan uvid u istraživačke teme s obzirom na upotrijebljene pojmove, ali ne može služiti za razvrstavanje autora. Kako svako tematsko područje ima drugačiji

Tablica 10. Odnos zastupljenosti broja članaka i prosječnoga broja referencija po člancima s referencijama i bez njih za hrvatske šumarske časopise za razdoblje 1994–2010.

Table 10 The ratio of articles and the average number of references per article with and without references to Croatian forestry journals in the period 1994–2010

Časopis Journal	N	N ₀	N _{1–4}	R	R/N	R/(N – N ₀)	S	S ₀	R/S	R/(S – S ₀)
»Radovi«	280	3	9	4456	15,91	16,09	941	28	4,74	4,88
	7,05 %	1,07 %	3,21 %	14,55 %			3,74 %	2,98 %		
»Šumarski list«	2250	48	38	11 913	5,29	5,41	3312	429	3,6	4,13
	56,63 %	2,13 %	1,69 %	38,89 %			13,15 %	12,95 %		
»Glasnik«	173	2	1	5041	29,14	29,48	4252	38	1,19	1,2
	4,35 %	1,16 %	0,58 %	16,46 %			16,88 %	0,89 %		
MŠ	349	2	4	1804	5,17	5,2	1301	48	1,39	1,44
	8,78 %	0,57 %	1,15 %	5,89 %			5,17 %	3,69 %		
NMŠ	136	2	15	1538	11,31	11,48	933	14	1,65	1,67
	3,42 %	1,47 %	11,03 %	5,02 %			3,70 %	1,50 %		
CROJFE	93	0	0	1741	18,72	18,72	3932	0	0,44	0,44
	2,34 %	0,00 %	0,00 %	5,68 %			15,61 %	0,00 %		
»Drvena industrija«	676	2	16	4139	6,12	6,14	10 516	18	0,39	0,39
	17,01 %	0,30 %	2,37 %	13,51 %			41,75 %	0,17 %		
Ukupno Total	3973	59	83	30 632	7,71	7,83	25 187	575	1,22	1,24
	100 %	1,49 %	2,09 %				100 %	2,28 %		

N (broj članaka po časopisu) – N (number of articles per journal)

N₀ (broj članaka bez referencija) – N₀ (number of articles without references)

N_{1–4} (broj članaka s brojem referencija od 1 do 4) – N_{1–4} (number of articles with 1 to 4 references)

R (broj referencija po časopisu) – R (number of references per journal)

R/N (prosječan broj referencija po člancima) – R/N (average number of references per articles)

R/(N–N₀) (prosječan broj referencija po člancima s referencijama) – R/(N–N₀) (average number of references per articles with references)

S (broj stranica) – S (number of pages)

S₀ (broj stranica članaka bez referencija) – S₀ (number of pages of articles without references)

R/S (prosječan broj referencija po stranici za sve radove) – R/S (average number of references per page for all articles)

R/(S–S₀) (prosječan broj referencija po stranicama članaka s referencijama) – R/(S–S₀) (average number of references per page in articles with references)

riječnik, tako pojava istih riječi može ukazati na posebne teme istraživanja unutar nekoga većega područja (Van den Bassler i Heimeriks 2006).

Naslov je prvi podatak s kojim se korisnik u svom istraživanju susreće, stoga on mora biti informativan, jasan i sažet. On mora sa što manje riječi opisati sadržaj članka (Day 1979), treba biti kratak, jasan i određen. Analizom riječi iz naslova pokušalo se vidjeti koliko to odgovara stvarnomu stanju u analiziranim radovima. Kako nije rađena usporedna analiza ključnih riječi, relevantne riječi koje označuju zemljopisne i »šumarske« pojmove izjednačene su (s velikom pouzdanošću) s ključnim riječima.

Riječi iz naslova prebrojene su i razvrstane prema frekvenciji pojavljivanja (tablica 11), riječima vezanim uz riječ šuma, drvo i vrste drveća (tablica 12) te zemljopisnim odrednicama (tablica 13). Naslovi radova objavljenih na stranim jezicima prevedeni su na hrvatski i kao takvi uvršteni u prebrojavanje. Pobrojeno je 1590 riječi, odnosno 632 pojma. Kako bi se dobio korpus relevantnih riječi, iz ukupnoga popisa riječi isključeni su veznici, zamjenice, enklitike i prijedlozi. Imenice i pridjevi navedeni su u nominativu jednine, a glagoli u infinitivu. Ukupno je izbrojeno 1287 riječi (81 % od ukupnoga broja riječi), odnosno 601 pojam (95 %), koje zadovoljavaju postavljene uvjete relevantnosti. U ta-

Tablica 11. Najčestotnije riječi iz skupine relevantnih riječi u naslovima radova s najmanje 10 pojavljivanja

Table 11 The most frequent words in the group of relevant words in article titles with minimally 10 appearances

Pojam Term	Broj pojavljivanja No. of appearance	Udio u ukupnome broju riječi Rate according to all words	Udio u relevantnim riječima Rate according to relevant words
		%	
Šumski – <i>Forestal</i>	39	0,02453	0,03030
Šumarstvo – <i>Forestry</i>	27	0,01698	0,02098
Drvo – <i>Wood</i>	25	0,01572	0,01943
Rad – <i>Work</i>	19	0,01195	0,01476
Šuma – <i>Forest</i>	19	0,01195	0,01476
Šumarski – <i>Forestial</i>	16	0,01006	0,01243
Hrvatska – <i>Croatia</i>	15	0,00943	0,01166
Hrvatski – <i>Croatian</i>	14	0,00881	0,01088
Međunarodni – <i>International</i>	13	0,00818	0,01010
Mjerni – <i>Measuring</i>	12	0,00755	0,00932
Određivanje – <i>Defining</i>	11	0,00692	0,00855
Privlačenje – <i>Extraction</i>	11	0,00692	0,00855
Stanje – <i>State</i>	11	0,00692	0,00855
Drvni – <i>Timber</i>	10	0,00629	0,00777
Radnik – <i>Worker</i>	10	0,00629	0,00777
Značajka – <i>Characteristic</i>	10	0,00629	0,00777
Ukupno – <i>Total</i>	262	0,16478	0,20357

blici 13 te su riječi rangirane prema frekvenciji pojavljivanja s minimalnom frekvencijom od 10 pojavljivanja. U toj se skupini pojavljuje samo 16 pojmova i svi su vezani uz struku. Riječi koje se samo jedanput spominju u naslovima članaka čine 30 % od pobrojenih riječi.

Prema Zipfovom zakonu samo mali broj riječi pojavljuje se vrlo često i najkraće su riječi ujedno i najzastupljenije. Istraživanje je pokazalo da se 402 pojma pojav-

ljuju samo jedanput, što je gotovo 67 % svih korištenih pojmova, ali to je samo 25 % od ukupnoga broja riječi.

Posebno su razvrstani svi pojmovi koji se mogu smatrati »šumarskim«. To su riječi koje su vezane uz korijen riječi šuma ili drvo, riječi koje označuju vrste drveća i tehničko-tehnološke pojmove. Pronađeno je 46 takvih pojmova (tablica 12) s ukupnom frekvencijom pojavljivanja 259 (20 % relevantnih riječi ili 16 % svih riječi).

U naslovima članaka često se pojavljuju lokalne (zemljopisne) odrednice (gotovo 6 %) uz koje su vezana istraživanja. Iz popisa riječi izvučena su sva imena (država, naselja, šumarskih lokaliteta i sl.) i iz njih izvedeni pojmovi. Od 70 zemljopisnih i njima srodnih pojmova samo riječi Hrvatska i hrvatski (tablica 13) pojavljuju se gotovo 30 puta (nešto manje od 5 %).

Kao ključnim riječima mogu se, s velikom sigurnošću, smatrati riječi iz naslova koje predstavljaju šumar-

Tablica 12. Najčestotniji »šumarski« pojmovi (riječi izvedene iz korijena riječi šuma i drvo, vrste drveća i sl.) s najmanje tri pojavljivanja

Table 12 The most frequent »forestry« terms (terms derived from words such as: forest, tree, different tree species, etc.) with minimally 3 appearances

Šumarski pojmovi <i>Forestry terms</i>	N	Šumarski pojmovi <i>Forestry terms</i>	N
Šumsko – <i>Forestal</i>	39	Harvester – <i>Harvester</i>	4
Šumarstvo – <i>Forestry</i>	27	Jela – <i>Fir</i>	4
Drvo – <i>Wood</i>	25	Sastojina – <i>Stand</i>	4
Šuma – <i>Forest</i>	18	Stablo – <i>Tree</i>	4
Šumarski – <i>Forestial</i>	16	Trupac – <i>Log</i>	4
Drvno – <i>Timber</i>	12	Gorivo – <i>Fuel</i>	3
Prometnica – <i>Road</i>	8	Kotač – <i>Wheel</i>	3
Tehnologija – <i>Technology</i>	8	Nagib – <i>Slope</i>	3
Forvarder – <i>Forwarder</i>	7	Tehnički – <i>Technical</i>	3
Biomasa – <i>Biomass</i>	6	Tehnika – <i>Technics</i>	3
Skider – <i>Skidder</i>	6	Vitlo – <i>Winch</i>	3
Cesta – <i>Road</i>	5	Vozilo – <i>Vehicle</i>	3
Temelj – <i>Foundation</i>	5	Žičara – <i>Skyline</i>	3
Energija – <i>Energy</i>	4	Iverje – <i>Chips</i>	3
Ergonomski – <i>Ergonomic</i>	4	Oblovina – <i>Roundwood</i>	3

Tablica 13. Pojavljivanje zemljopisnih odrednica u naslovima članaka s minimalno dva ponavljanja

Table 13 Appearance of geographic determinants in article titles with minimally 2 repetitions

Zemljopisne odrednice – <i>Geographic determinants</i>	N
Hrvatska – <i>Croatia</i>	16
Hrvatski – <i>Croatian</i>	13
Europski – <i>European</i>	4
Europa – <i>Europe</i>	2
Istočnonjemački – <i>East-German</i>	2
Prag – <i>Prague</i>	2
Slovenija – <i>Slovenia</i>	2
Turska – <i>Turkey</i>	2

ske i zemljopisne pojmove, ali i imenice koje označuju neku radnju (npr. privlačenje, određivanje, opterećenje, raščlamba, istraživanje, izvođenje, izvlačenje, analiza, upravljanje, sječa i sl.), što zajedno čini više od 43 % relevantnih riječi (35 % svih korištenih pojmova). Istraživanje ključnih riječi i riječi naslova u doktorskim radovima na riječkom Tehničkom fakultetu (Anon. 1998) pokazalo je da se manje od 30 % riječi naslova istodobno mogu smatrati i ključnim riječima. Naslovi članaka u MŠ i NMŠ sadrže čak 36 % riječi koje se mogu svakako smatrati ključnim riječima.

5. Zaključci – Conclusions

Utvrđivanje znanstvene komunikacije u časopisima »Mehanizacija šumarstva« (1994–2000) i »Nova mehanizacija šumarstva« (2005–2010) analizom bibliometri-

Tablica 14. Prikaz ocjenjivanih bibliometrijskih pokazatelja znanstvenosti časopisa

Table 14 Review of assessed bibliometric scientific indicators of journals

Bibliometrijski pokazatelji znanstvenosti časopisa <i>Bibliometric indicators of journals'</i>	»Mehanizacija šumarstva«	»Nova mehanizacija šumarstva«	
		Ukupno – <i>Total</i>	Redoviti brojevi – <i>Regular issues</i>
Uredivačko-izdavačka obilježja časopisa: znanstveni elementi <i>Editorial features: Scientific elements</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>
Uredivačko-izdavačka obilježja časopisa: tehnički elementi <i>Editorial features: Technical elements</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>
Zastupljenost stranih autora u časopisu <i>Rate of foreign authors in journal</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>
Sastav uredničkoga odbora <i>Editorial board</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>
Status nakladnika <i>Publisher status</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>
Jezik članaka <i>Language of articles</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>
Dostupnost časopisa <i>Journals' availability</i>	Manje znanstveni <i>Minor scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>
Broj referencija u člancima <i>Number of references in articles</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>
Zastupljenost časopisa u referencijama <i>Rate of journals in references</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>
Zastupljenost međunarodnih časopisa među referencijama <i>Rate of international journals in references</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>
Ukupna procjena znanstvenosti <i>Total scientific assesment</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>	Znanstveni <i>Scientific</i>	Srednje znanstveni <i>Medium scientific</i>

skih pokazatelja pokazala je sličnosti i povezanost dva-ju časopisa, ali i apostrofirala neke razlike (tablica 14).

Kompilacija analiziranih bibliometrijskih pokazatelja odredila je »Mehanizaciju šumarstva« kao časopis srednje znanstvenosti. Uzimajući u obzir sve objavljene brojeve »Nove mehanizacije šumarstva« u promatranom razdoblju, časopis je rangiran kao znanstveni, ali ako se promatraju samo redoviti brojevi, časopis je rangiran kao srednje znanstveni. Budući je NMŠ definirana kao lokalni časopis, časopis namijenjen u prvom redu domaćim stručnjacima, razina dostignute znanstvenosti zadovoljava.

Analiza je članaka pokazala kako unatoč smanjenju ukupnoga broja članaka, NMŠ ima bolju strukturu objavljenih članaka od MŠ (tablica 4). Zastupljenost kategoriziranih članaka u MŠ značajno je manja nego u NMŠ. Ipak, MŠ ima mnogo veći postotak izvornih znanstvenih članaka među kategoriziranim člancima nego NMŠ. Zastupljenost je stručnih članaka u obadva časopisa niska. Prosječan se broj autora po članku povećao za 71 % u NMŠ u odnosu na MŠ (tablica 5). Razloge povećanja broja autora može se tražiti u sve raširenijoj suradnji znanstvenika više odsjeka/ustanova/država i sve sofisticiranijoj opremi potrebnoj za izvođenje istraživanja.

Analizom povezanosti ustanova uočeno je istaknuto mjesto Šumarskoga fakulteta u Zagrebu među zastupljenim ustanovama u MŠ (slika 4), dok u NMŠ (uključen izvredni broj) Šumarski fakultet više nema središnje mjesto, ali je ipak najproduktivnija ustanova među zastupljenima. Znanstvenici u znanstvenim ustanovama (fakulteti i instituti), znanstvenici zaposleni u privredi, umirovljeni znanstvenici i studenti čine jezgru šumarske zajednice koja se bavi tehničko-tehnoškim aspektom šumarstva. Šumarska zajednica i ovdje pokazuje tradicionalno isprepletanje i suradnju više generacija šumara.

Prosječan broj referencija u člancima u MŠ manji je od prosjeka u NMŠ (tablica 6). Većina članaka u promatranim časopisima zadovoljava uvjet znanstvenosti od 5, odnosno 10 referencija po članku. Prosječan broj referencija za sve članke u MŠ manji je, a u NMŠ puno veći (7,71) od prosjeka svih hrvatskih šumarskih časopisa (Špac 2012), dok je prosječan broj referencija samo za kategorizirane članke za obadva časopisa veći od prosjeka hrvatskih šumarskih časopisa (7,83). Zastupljenost autorskih samocitata u promatranim časopisima manja je od 20 % (MŠ ima 30 % više autorskih samocitata od NMŠ), dok je zastupljenost časopisnih samocitata između 10 % i 12 % od ukupnoga broja referencija. Citiranje hrvatskih šumarskih časopisa u promatranim časopisima ne pokazuje neku veću povezanost među njima jer je maksimalna prosječna za-

stupljenost citiranja pojedinih časopisa u promatranima 6 % od ukupnoga broja citata citirajućega časopisa (tablica 7).

Objavljivanje kategoriziranih članaka koji nemaju ni jednu referenciju, kao i članaka sa 100 % autorskih samocitata među referencijama, pokazuje manjkavost i subjektivnost recenzentskoga postupka, ali i propust uredništava.

6. Literatura – References

Anon., 1998: Uloga i primjena ključnih riječi u označavanju doktorskih disertacija obranjenih na Tehničkom fakultetu u Rijeci od 1988–1998. Seminarski rad, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 8.

Antelman, K., 2004: Do open-access articles have a greater research impact? College and research libraries, 372–382 (<http://eprints.esc.soton.ac.uk/12369/>).

Banner, J. M., 1988: Preserving the integrity of peer review. Journal of scholarly publishing, 19(2): 109–115.

Borgman, C., J. Furner, 2001: Scholarly communication and bibliometrics. Annual Review of Information Science and Technology, 36: 14 (<http://polaris.gseis.ucla.edu/jfurner/arist02.pdf>).

Borić, V., 2008: Analiza citata radova objavljenih u časopisu »Acta stomatologica Croatica« zabilježenih u bazi podataka Web of Science. Acta stomatologica Croatica, 42(2): 123–139.

Brooks, T. A., 1985: Private acts and public objects: an investigation of citer motivations. Journal of the American Society for Information Science, 36: 223–235.

Clyde, L. A., 2004: Evaluating the quality of research publications: a pilot study of School Librarianship. Journal of American Society for Information Science and Technology, 55(13): 1119–1130.

Ćukac, N., 1982: Procjena naučnosti časopisa za šumarstvo i drvenu industriju iz SFRJ prema izdavačkim karakteristikama i strukturi referencija članaka. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, 91 str.

Ćukac, N., 1990: Časopis Šumarski list u okviru istraživanja izdavačko oblikovnih karakteristika i strukture referencija članaka. Šumarski list, 114(9–10): 383–394.

Day, R. A., 1979: How to write and publish a scientific paper. ISI Press TM, Philadelphia, USA.

Egghe, L., R. Rousseau, 1990: Introduction to informetrics, quantitative methods in library, documentation and information science. Elsevier, Amsterdam, Netherland.

Evangelopoulos, N., 2005: Techniques Using. SAS Institute Inc., SAS Enterprise Miner Portions Copyright, Cary, NY, USA (http://www.cob.unt.edu/itds/courses/dsci4520/handouts/ADMT2005_UNT.pdf).

- Garfield, E., 1992: Use of publication lists to study scientific production and strategies of scientists in developing countries. *Scientometrics*, 23(1): 57–73.
- Glänzel, W., 2002: Coauthorship patterns and trends in the sciences: A bibliometric study with implications for database indexing and search strategies 1980–1998. *Library Trends*, 50(3): 461–473.
- Jokić, M., 2005: Bibliometrijski aspekti vrednovanja znanstvenog rada. Sveučilišna knjižara, Zagreb, 206 str.
- Jokić, M., 2006: Scientometrijski pristup znanstvenom radu u polju filozofije. *Prolegomena*, 5(1): 99–110.
- Koehler, W., P. Aguilar, S. Finarelli, C. Gaunce, S. Hatchette, R. Heydon, E. McEwen, W. Mahsetky-Poolaw, C. T. Melson, R. Patterson, M. Stahl, M. A. Walker, J. Wall, G. Wingfield, 2000: A bibliometric analysis of select information science print and electronic journals in the 1990s. *Information Research*, 6(1) (http://digitalcommons.liberty.edu/lib_fac_pubs/54).
- Kosecki, S., R. Shoemaker, C. Kirk Baer, 2011: Scope, characteristics, and use of the U.S. Department of Agriculture's intramural research. *Scientometrics*, 88(3): 707–728.
- Krajna, T., 2003: Međunarodna zapaženost hrvatskih autora s područja tehničkih znanosti (1992–2001). Magistarski rad, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 127 str.
- Lawrence, S., 2001: Free online availability substantially increases a paper's impact. *Nature*, 411: 521.
- Maričić, S., B. Sorokin, Z. Papeš, 1992: Pokazatelji znanstvene komunikabilnosti časopisa iz Hrvatske bibliografije, *Niz B. Informatologia*, 24(3–4): 109–128.
- Milić, V., 1990: Recent trend in science and technology in developing countries. *Sociologija*, 32 (posebno izdanje): 197–223.
- Moed, H. F., 2002: The impact-factor debate: the ISI's uses and limits. *Nature*, 415(14): 731–732.
- Nicholas, D., M. Ritchie, 1978: *Literature and bibliometrics*. Clive Bingley, Hamden, Conn., Linnet Books London.
- Nicolaisen, J., 2005: Bibliographic reference (<http://www.db.dk/bh>).
- NN, 1997: Minimalni uvjet za izbor u znanstvena zvanja. *Narodne novine*, 38, 11. travnja 1997.
- Pehar, F., 2010: Komunikacijska uloga hrvatskih časopisa u polju informacijskih znanosti: bibliometrijska analiza Vjesnika bibliotekara Hrvatske i Informatologije. Doktorska disertacija, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 384 str.
- Petrak, J., 1998: Vrednovanje znanstvenih postignuća Sveučilišta u Zagrebu (1986–1994) temeljem Science Citation Index-a: jesu li takve analize dijelom knjižničkog diskursa. Doktorska disertacija, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 153 str.
- Petrak, J., 2001: Bibliometrijski pokazatelji u ocjenjivanju znanstvenog rada: 1. Objavljivanje i ocjenjivanje rezultata znanstvenog rada. *Liječnički vjesnik*, 123(5–6): 77–81.
- Price de Solla, D. J., 1965: Networks of Scientific Papers. *Science*, 149(3683): 510.
- Rinia, E. J., T. N. van Leeuwen, E. E. Bruins, H. G. van Vuren, A. F. J. van Raan, 2002: Measuring knowledge transfer between fields of science. *Scientometrics*, 54(3): 347–362.
- Silobričić, V., N. Pravdić, 1990: Scientometrijska procjena stanja znanosti u Jugoslaviji. *Scientia Yugoslavica*, 163(3–4): 151–161.
- Špac, V., 2002: Bibliometrijska analiza časopisa »Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko« (1998–2002). *Radovi*, 37(1): 113–127.
- Špac, V., 2012: Znanstveno komuniciranje hrvatske šumarske zajednice 1994–2005. Doktorska disertacija, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 211 str.
- Van den Besselaar, P., G. Heimeriks, 2006: Mapping research topics using word-reference co-occurrences: a method and an exploratory case study. *Scientometrics*, 68(3): 377–393.
- Warner, J., 2000: A critical review of the application of citation studies to the research. *Journal of Information Science* 26(6): 453–460.

Abstract

What is New in the Journal »Nova Mehanizacija Šumarstva«

The journals »Mehanizacija šumarstva« (MŠ) and »Nova mehanizacija šumarstva« (NMŠ) were analyzed for the period from 1994 to 2010 with the aim to show the connection between these two journals and their characteristics (Tables 1, 2 and 4) through editorial and publishing features (Table 3, Fig. 1) and analysis of articles, authors, and references. The pairs and groups of authors were identified for each journal individually and in total (Fig. 5 and 6).

The tendency of an increasing number of authors (Table 5), pages, references (Tables 6, 8, 9 and 10), and author and journal self-citations (Table 7, Fig. 2, 3 and 4) per article in all types of scientific papers was observed in the articles published by »Nova mehanizacija šumarstva« and compared to those published by »Mehanizacija šumarstva«.

Analyzing the title words, it was found with great certainty that most titles briefly and concisely describe the content of the articles and that more than one third of all title words may be considered as keywords (Tables 11, 12 and 13, Fig. 7).

Keywords: scientific communication, bibliometrics, forest sciences, citation analysis, word analysis, association analysis, Nova mehanizacija šumarstva, Mehanizacija šumarstva

Adrese autorica – Authors' addresses:

Dr. sc. Vesna Špac
e-pošta: vesna.spac@hrbi.hr
Brodarski institut d.o.o.
Avenija Većeslava Holjevca 20
HR – 10 020 Zagreb

Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec
e-pošta: jazbec@sumfak.hr
Zavod za uređivanje šuma
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (Received): 3. 10. 2012.

Prihvaćeno (Accepted): 10. 12. 2012.

Utjecaj načina sidrenja na vrijednosti horizontalne sastavnice vučne sile i faktor prijanjanja prilikom privitlavanja drva skiderom i adaptiranim poljoprivrednim traktorom

Hrvoje Gužvinec, Marko Zorić, Marijan Šušnjar, Dubravko Horvat, Zdravko Pandur

Nacrtač – Abstract

U radu je prikazano mjerenje najveće vučne sile te vučne sile pri pomaku stroja prema nazad za šumska vozila opremljena vitlima i sidrenim daskama na različite načine.

Od skidera ispitivani su ovi:

1. Timberjack 240C s jednobubanjskim vitlom, bez sidrene daske i s nepomičnim horizontalnim valjcima
2. LKT 81T s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i pomičnim horizontalnim valjcima
3. Ecotrac 120V s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i pomičnim horizontalnim valjcima
4. Ecotrac MS 33V s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i nepomičnim horizontalnim valjcima.

Osim skidera ispitivan je i adaptirani poljoprivredni traktor:

5. Belarus 1021 s dvobubanjskim vitlom montiranim na trozglobo poteznicu traktora, zajedno sa sidrenom daskom i horizontalnim valjcima.

Na osnovi izmjerene vučne sile prilikom pomaka stroja prema nazad i poznatoga kuta užeta vitla izračunate su horizontalna i vertikalna sastavnica vučne sile te faktori prijanjanja za istraživana vozila. Najveći faktor prijanjanja ostvaruju skideri sa sidrenom daskom Ecotrac 120V, LKT 81T i Ecotrac MS 33V (oko 1), dok najmanji faktor prijanjanja ostvaruje Timberjack 240C (0,56).

Analiza utjecaja visine horizontalnih valjaka šumskih vozila pokazuje da što je ona veća, time se smanjuje korisnost prilikom privitlavanja te s toga stajališta vozila koja se sidre trebala bi imati horizontalne valjke postavljene na sidrenu dasku. Vozila koja nemaju sidrenu dasku imaju mali faktor prijanjanja, a visoki položaj horizontalnih valjaka smanjuje korisnost prilikom privlačenja, ali povećava adhezijsku težinu vozila čime se osigurava ostvarenje nešto veće vučne sile.

Ključne riječi: pridobivanje drva, skider, vitlo, vučna sila, horizontalni valjci, faktor prijanjanja

1. Uvod – Introduction

Pridobivanje je drva radni proces koji obuhvaća sječu stabala, njihovo preoblikovanje u šumske sortimente te micanje stabala ili dijelova stabala iz šume do korisnika, prerađivača drva ili tržišta šumskim proiz-

vodima (Krpan 1992). Unutar radnoga procesa pridobivanja drva privlačenje je drva definirano kao micanje cijelih stabala ili njihovih dijelova od mjesta sječe (panja) do pomoćnoga stovarišta. S utovarom drva u kamionske skupove na pomoćnom stovarištu započinje daljnji transport drva.

Tijekom privlačenja drva, koje se još naziva i primarnim transportom (Poršinsky 2005), drvo se dijelom ili u potpunosti transportira izvan izgrađenih primarnih šumskih prometnica, pri čemu su moguća četiri temeljna načina: privitlavanje drva (vuča drva po tlu), privlačenje drva (vuča drva s jednim krajem odignutim od tla), izvoženje drva (drvo na tovarnom prostoru vozila) i iznošenjem drva (drvo odignuto od tla).

Sredstvo kojim će se privući drvo i način privlačenja drva odabire se u ovisnosti o terenskim čimbenicima (nagib terena, prepreke, nosivost tla), otvorenosti sječne jedinice, vrsti sječe.

Krpan i dr. (2003) navode da su različitosti sastojinskih i terenskih uvjeta hrvatskoga šumarstva utjecale na najčešću primjenu dviju metoda izrade drva koje se međusobno bitno razlikuju. Svaka od tih dviju metoda za privlačenje drva koristi prikladnu vrstu specijalno-ga šumskoga vozila.

U području nizinskih šuma primjenjuje se sortimentna metoda izrade drva. Drvo se u oplodnim sječinama izvozi forvarderima, dok se u prorednim sječinama koriste traktorski skupovi (poljoprivredni traktor opremljen zaštitnim okvirom, šumskom prikolicom, dizalicom i vitlom).

Na području prigorskih i brdskih šuma (tereni s manjim ili većim nagibom terena) u uporabi je (polu) deblovna metoda izrade drva, a za privlačenje drva služe veliki skideri u oplodnim i prebornim sječama, odnosno srednji (proredni) skideri i adaptirani poljoprivredni traktori (APT) u prorednim sječama.

2. Problematika i cilj istraživanja – *Scope and objectives*

U nastojanju podizanja proizvodnosti i ekonomičnosti pridobivanja drva iznošenje ili vuča pomoću životinjske snage početkom 50-ih godina prošloga stoljeća zamjenjuje se privlačenjem drva mehaniziranim sredstvima za rad. Mehaniziranje privlačenja obloga drva u hrvatskim šumama počinje primjenom velikoserijskih poljoprivrednih traktora. U početku su radili bez prilagodbi, i to za šumski prijevoz drva prikolicama ili privlačenje jednostavnim prihvatnim napravama te za uzgojne radove. Zbog potrebnih tehničkih zahtjeva za pridobivanje drva u brdskim uvjetima poljoprivredni se traktori dodatno opremaju zaštitnim konstrukcijama i šumskim vitlima (Horvat 2001). Prednost je opremanja traktora vitlima njihovo kretanje samo po traktorskim vlakama i putovima čime se smanjuje oštećenje šumskoga tla i dubećih stabala. Traktor s postavljenim vitlom na zadnjem kraju ne mora zauzeti položaj uz posječeno stablo ili izrađene drvene sortimente prilikom oblikovanja tovara, jer ra-

dom vitla postoji mogućnost privitlavanja stabla, debla ili drvnoga sortimenta od mjesta sječe i izrade do traktora na vlaci. Tako opremljeni poljoprivredni traktori za šumske radove nazivaju se adaptirani poljoprivredni traktori (APT).

Primjena APT-a pokazala je neke njihove nezadovoljavajuće radne značajke kao što su velike dimenzije i velik krug okretanja, slaba uzdužna stabilnost te veliko opterećenje zadnjega mosta pri privlačenju i privitlavanju tovara uz nagib.

Od tih zahtjeva APT-i imaju jedino, zbog mogućnosti primjene razdvojenih kočnica lijevo/desno, relativno zadovoljavajući polumjer okretanja. Horvat (1979. i 1985.) iznosi mišljenje da opremanje takvih traktora šumskom opremom (vitlo, sidrena daska, zaštita kabine itd.) smanjuje njihovu stabilnost posebice uzdužnu.

Horvat i Sever (1996), usporedbom morfoloških značajki maloga prorednoga i jednoga srednjega skidera s dva APT-a, ustanovili su da srednji skideri pokazuju bolje karakteristike od APT-a. Proredni skideri, npr. skider Ecotrac V, tijekom privlačenja uzbrdo imaju slične mogućnosti kao gotovo dva puta teži APT zbog dobre raspodjele mase i boljih dimenzijskih značajki. Prednost se malih skidera gubi tijekom privlačenja nizbrdo, ali zbog malih dimenzija i mase mali skider ima bolju okretnost (Horvat 1996, Sever i Horvat 1997). Nadalje, Horvat (2001) istražuje utjecaj zaštitnoga okvira i načina ugradnje vitla na položaj težišta kod tri APT-a s farmerskim vitlom, APT-a s fiksno montiranim vitlom i uspoređuje ih s prorednim skiderom. Na osnovi provedenih istraživanja zaključuje da proredni skider ima povoljnija tehnička svojstva od istraživanih APT-a, da ugradnja zaštitnoga okvira povišuje težište APT-a i pomiče ga prema naprijed, dok ugradnjom fiksnoga vitla ili montiranjem farmerskoga vitla težište APT-a snižava se i pomiče prema natrag. Također autor navodi da fiksno ugrađeno vitlo s valjcima postavljenim na sidrenu dasku ima niže horizontalne valjke nego farmersko vitlo montirano na APT.

Zbog navedenih se nedostataka APT-a za potrebe privlačenja drva razvijaju specijalizirani šumski zglobni traktori – skideri. Početkom 60-ih godina prošloga stoljeća skideri se prvi put koriste u šumarstvu u Kanadi i Norveškoj (Sever 1980), a njihova primjena u Hrvatskoj započinje 1968. godine.

Osnovne su značajke svih skidera zglobno upravljanje, sva četiri pogonska kotača, opterećenje prednjega mosta oko 2/3 ukupne mase praznoga skidera (Sever i Horvat 1990). Navedene tehničke značajke skiderima omogućuju bolju kretnost te bolje radne značajke u uvjetima pridobivanja drva u usporedbi s APT-ima. U prigorskim i brdskim predjelima Hrvatske za privlačenje drva upotrebljavaju se u prvom redu kotačni skideri opremljeni šumskim vitlom.

Osim skidera u šumama u Hrvatskoj za privlačenje drvnih sortimenata koristi se i određeni broj APT-a. Godišnje se u poduzeću »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb više od 70 % drva privuče šumskim vozilima opremljenim šumskim vitlima (Beuk i dr. 2007).

Skideri ili APT-i najpovoljniji su za privlačenje pri malim i srednjim udaljenostima privlačenja. Najveća udaljenost privlačenja, na osnovi ekonomskih pokazatelja, trebala bi iznositi približno oko 200 do 300 m (Zečić i dr. 2004). Veća udaljenost privlačenja povećava vrijeme turnusa, troškove privlačenja i mogućnost zbijanja tla zbog većega broja prolazaka vozila. S druge strane, manja udaljenost privlačenja smanjuje troškove, ali povećava gustoću šumskih prometnica i troškove njihove izgradnje.

Također, skideri ili adaptirani poljoprivredni traktori opremljeni s vitlom jeftiniji su za održavanje od ostalih tipova šumskih vozila, ali im je proizvodnost manja zbog velikoga utroška vremena na prikupljanje, vezanje, odvezivanje i uhrpavanje tovara. Vrlo je česta organizacija rada s dva radnika na jednom vozilu, gdje je jedan vozač traktorist koji upravlja vozilom i šumskim vitlom, a drugi je radnik kopčlaš koji izvlači uže vitla te vezuje drvene sortimente u tovar. Pri skupnom radu ulogu kopčlaš preuzima radnik sjekač koji priprema dovoljnu količinu drva za svaki tovar te pomaže traktoristu pri vezanju tovara.

Neki od važnijih tehnologijskih zahtjeva koji predstavljaju osnovu za pravilan izbor sredstava za rad jesu, primjerice, dimenzijske i masene značajke traktora, raspodjela mase vozila, položaj težišta vozila, uzdužna i poprečna stabilnost traktora i dr. (Sever i Horvat 1987). Navedene značajke traktora tijekom privitlavanja u uskoj su interakciji s tehničkim značajkama ugrađenih vitala, kao što su: mjesto ugradnje vitla, vučna sila, korisnost rada vitla i dr. Ta je interakcija također i pod utjecajem nagiba terena na kojem se privitljava, na primjer, uzbrdo, nizbrdo ili na ravnom terenu.

U zadnje vrijeme dolazi do povećanja broja tvrtki koje se bave proizvodnjom namjenskih šumskih traktora i poljoprivrednih traktora adaptiranih za šumske radove u pridobivanju drva. Kao posljedica toga značajno je povećan broj različitih tipova traktora opremljenih različitim izvedbama vitala koji se na tržištu mogu nabaviti. Za pravilan odabir traktora i vitla, kao i određivanje optimalnoga načina uporabe unutar složenijih proizvodnih procesa, potrebno je detaljno poznavati tehničko-tehnološke značajke pojedinih sredstava za rad. Osim toga, dobrim poznavanjem tehničko-proizvodnih značajki sredstava za rad može se i bolje skrbiti za posljedice koje privlačenje ostavlja na okolišu, primjerice zbijanje tla, oštećivanje dubećih stabala, povećanje rizika od erozije i sl.

Cilj je istraživanja utvrditi najveću vučnu silu kod privitlavanja, prilikom koje ne dolazi do pomaka vozila prema nazad, zatim izmjeriti vučnu silu vitla kod koje dolazi do pomaka vozila prema nazad kako bi se na temelju njezine vrijednosti i vrijednosti kuta nagiba užeta prilikom privitlavanja mogle izračunati horizontalna i vertikalna sastavnica vučne sile te pomoću njih izračunati faktor prijanjanja vozila za:

- ⇒ skidere sa sidrenom daskom i horizontalnim valjcima postavljenim na sidrenu dasku
- ⇒ skider sa sidrenom daskom, ali s nepomičnim valjcima postavljenim na stražnji most skidera
- ⇒ skider bez sidrene daske
- ⇒ adaptirani poljoprivredni traktor s vitlom montiranim na trozglobnu poteznicu.

3. Objekt, mjesto i metode istraživanja – *Object, place and methods of research*

Istraživanje je obavljeno u radnoj jedinici Mehanizacija i prijevoz Đurđevac UŠP Koprivnica u radionici u Lepavini, a istraživana su četiri tipa skidera i jedan APT.

Ispitani su ovi skideri (slike 1–4):

1. Timberjack 240C s jednobubanjskim vitlom, bez sidrene daske i s nepomičnim horizontalnim valjcima
2. LKT 81T s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i pomičnim horizontalnim valjcima
3. Ecotrac 120V s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i pomičnim horizontalnim valjcima
4. Ecotrac MS 33V s dvobubanjskim vitlom, sa sidrenom daskom i nepomičnim horizontalnim valjcima.



Slika 1. Timberjack 240C

Fig 1. Timberjack 240C

**Slika 2.** LKT 81T**Fig 2.** LKT 81T**Slika 3.** Ecotrac 120V**Fig 3.** Ecotrac 120V**Slika 4.** Ecotrac MS 33V**Fig 4.** Ecotrac MS 33V

Osim skidera ispitivan je i adaptirani poljoprivredni traktor (slika 5):

5. Belarus 1021 s dvobubanjским vitlom montiranim na trozglobu poteznicu traktora, zajedno sa sidrenom daskom i horizontalnim valjcima.

**Slika 5.** Adaptirani poljoprivredni traktor Belarus 1021 s dvobubanjским vitlom**Fig 5.** Adapted farming tractor Belarus 1021 with duple drum winch

U istraživanju je korištena mjerna oprema Laboratorija za tehničko-tehnološke izmjere u šumarstvu Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Određivanje mase i opterećenja na kotačima praznoga skidera obavljeno je s četiri vage švedskoga proizvođača TELUB (slike 1, 3, 4, 5), koje su prilagođene za prikupljanje podataka pomoću računala (slika 4). U svakoj se vagi nalaze po četiri neovisna dinamometra namijenjena mjerenju tlačnih naprezanja. Na svakom su dinamometru postavljene po četiri aktivne mjerne trake, što znači da je riječ o mjernim pretvornicima s mjernim trakama u punom mostu. Mjerni su pretvornici spojeni tako da pojedinačno i zajednički registriraju svako vanjsko opterećenje. Svaka vaga može izmjeriti graničnu silu od 90 kN. Sve su vage spojene s mjernim pojačalom HBM Spider 8 koji je izravno povezan s prijenosnim računalom te su pomoću računalnoga programa Catman 4.0 očitani i zapisani rezultati mjerenja.

Mjerenje najveće vučne sile i vučne sile pri kojoj dolazi do pomaka vozila prema nazad na udaljenosti izvučenoga užeta od 25 m provedeno je na ravnom terenu. Kako bi se izmjerila najveća vučna sila na udaljenosti užeta od 25 m, sva su ispitivana vozila tijekom toga mjerenja bila blokirana. Prilikom mjerenja vučne sile kod koje dolazi do pomaka vozila prema nazad, vozila nisu bila blokirana, ali su vozila koja su



Slika 6. Uporišna točka dinamometra HBM 100 kN

Fig. 6. Anchor point of dynamometer HBM 100 kN

imala sidrenu dasku njome bila usidrena (slika 2). Na kraju vučnoga užeta postavljeno je dinamometar HBM 100 kN s čvrstim uporištem, koji je umjeren pomoću utega čija je masa baždarena u Državnom zavodu za mjeriteljstvo i normizaciju Republike Hrvatske (slika 6). Prijenos podataka vučne sile ostvaren je također preko mjernoga pojačala HBM Spider 8 te raču-

nalnoga programa Catman 4.0 istoga proizvođača. Visinom horizontalnih valjaka vitla i udaljenošću izvučenoga užeta određen je kut nagiba užeta. Iz izmjerene vrijednosti vučne sile u užetu vitla te izračunatoga kuta nagiba užeta izračunate su horizontalna i vertikalna sastavnica sile u užetu. Na osnovi izmjerene mase ispitivanih vozila te dobivenih vrijednosti horizontalne i vertikalne sastavnice sile u užetu određen je za svako vozilo faktor prljanjanja.

3. Rezultati – Results

Istraživanjem su obuhvaćena četiri tipa skidera i jedan APT. Svako je ispitivano vozilo opremljeno različitim tipom vitla. Ispitivani su skideri koji redovito rade na poslovima privlačenja i privitlavanja drva te su različite starosti. Zbog njihova prethodnoga korištenja i različitih redovitih ili izvanrednih popravaka zbog teških uvjeta rada te radi provođenja navedenih ciljeva istraživanja bilo je potrebno ustanoviti njihovu trenutnu masu te raspored opterećenja po mostovima.

Prilikom mjerenja mase (slika 1 do 5) skideri su bili opremljeni na isti način kao u slučaju rada na privlačenju i privitlavanju drva zbog povećanja mase postavljanjem većega broja užadi za vezivanje tovara (čokera) te ostale servisne opreme potrebne radniku vozaču za uklanjanje sitnih kvarova na skideru.

Tablica 1. Masa i raspored opterećenja ispitivanih skidera

Table 1 Mass and load distribution of tested skidders

Skider Skidder	Timberjack 240C		LKT 81T		Ecotrac 120V		Ecotrac MS 33V	
	Masa, kg – Mass, kg							
Kotači Wheels	S vozačem With driver	Bez vozača Without driver	S vozačem With driver	Bez vozača Without driver	S vozačem With driver	Bez vozača Without driver	S vozačem With driver	Bez vozača Without driver
PL – FL *	2427	2388	2194	2170	2155	2122	1121	1090
PD – FR*	2490	2484	2196	2170	2141	2113	1113	1077
SL – RL *	1941	1903	1286	1275	1473	1461	668	655
SD – RR*	1758	1747	1264	1256	1488	1472	672	661
Ukupno – Total	8616	8522	6940	6871	7257	7168	3574	3483
	%							
Prednji – Front	57	57	63	63	59	59	62	62
Stražnji – Rear	43	43	37	37	41	41	38	38
Lijevo – Left	50	50	50	50	50	50	50	50
Desno – Right	50	50	50	50	50	50	50	50

*PL – prednji lijevi kotač – FL – front left wheel

*PD – prednji desni kotač – FR – front right wheel

*SL – stražnji lijevi kotač – RL – rear left wheel

*SD – stražnji desni kotač – RR – rear right wheel

U tablici 1 prikazana je masa ispitivanih skidera te raspored opterećenja po mostovima u slučaju bez vozača te s vozačem u kabini. U daljnjoj obradi te za usporedbu upotrijebljeni su rezultati mjerenja mase i opterećenja po mostovima kada se vozač nalazi u kabini i kada upravlja vitlom.

Jedna od osnovnih značajki skidera je opterećenje prednjega mosta koje bi trebalo iznositi oko 2/3 ukupne mase praznoga skidera. Zbog tako povoljnoga početnoga rasporeda mase praznoga skidera omogućen je njegov nesmetan rad jer vertikalna sastavnica sile u užetu koja se pojavljuje prilikom privitlavanja i privlačenja, a koja u potpunosti opterećuje stražnji most skidera, ne uzrokuje preopterećenje stražnjega mosta ni preveliko rasterećenje prednjega mosta. Tek u graničnim slučajevima prevelikoga uzdužnoga nagiba traktorskoga puta uz kretanje skidera uz nagib te prevelikoga tovara može doći do preopterećenja stražnjega mosta ili do preopterećenja guma. U pravilu se stražnji mostovi skidera konstruiraju i izvode od čelika određene čvrstoće da mogu izdržati opterećenje jednako ukupnoj težini praznoga skidera. Veća masa na prednjem mostu skidera pomiče točku težišta prema prednjemu mostu skidera te povećava kut uzdužne stabilnosti.

Prema mjerenim podacima najpovoljniji odnos rasporeda opterećenja po mostovima imaju skider LKT 81T s 63 % ukupnoga opterećenja na prednjim kotačima te proredni skider Ecotrac MS 33V sa 62 % ukupno-

ga opterećenja na prednjim kotačima. Nešto manje opterećenje prednjega mosta imaju skideri Ecotrac 120V i Timberjack 240C. Svi su ispitivani skideri imali odnos 50 : 50 % između lijevih i desnih kotača.

Masa i raspored opterećenja po osovinama na traktoru Belarus 1021 izmjereni su prije postavljanja farmerskoga vitla Tajfun EGV 2×50 AHK, nakon opremanja traktora šumskom nadogradnjom (zaštitne konstrukcije kabine i podvozja) te nakon postavljanja farmerskoga vitla (tablica 2).

Traktor Belarus 1021 sa šumskom nadogradnjom ima masu od 5423 kg, a nakon postavljanja farmerskoga vitla masa mu se povećava na 6138 kg. Iz navedenoga se može zaključiti da masa farmerskoga vitla iznosi 715 kg. Prema tvorničkim podacima masa ispitivanoga farmerskoga vitla iznosi 585 kg, što znači da se dodatno povećanje mase od 130 kg odnosi na postavljanje užadi za vezanje tovara (čokera), vučne užadi i potrebnoga pribora.

Opterećenje prednjega mosta traktora Belarus 1021 opremljenoga šumskom nadogradnjom i bez farmerskoga vitla iznosi 41 % od ukupne mase. S postavljanjem farmerskoga vitla na trozglobnju poteznicu traktora opterećenje prednje osovine traktora pada na samo 30 % ukupne mase traktora.

Raspored opterećenja po osovinama traktora Belarus 1021 suprotno je od specijaliziranih šumskih

Tablica 2. Masa i raspored opterećenja traktora Belarus 1021 s vitlom Tajfun EGV 2×50 AHK

Table 2 Mass and load distribution of Belarus 1021 with winch Tajfun EGV 2x50 AHK

	Belarus 1021 + zaštitni sustav <i>Belarus 1021 + protective structure</i>		Belarus 1021 + zaštitni sustav s vitlom Tajfun EGV 2x50 AHK <i>Belarus 1021 + protective structure with Tajfun EGV 2x50 AHK winch</i>	
	Masa, kg – Mass, kg			
Kotači – <i>Wheels</i>	S vozačem – <i>With driver</i>	Bez vozača – <i>Without driver</i>	S vozačem – <i>With driver</i>	Bez vozača – <i>Without driver</i>
PL – <i>FL</i> *	1094	1086	881	878
PD – <i>FR</i> *	1154	1146	957	945
SL – <i>RL</i> *	1594	1542	2165	2110
SD – <i>RR</i> *	1581	1528	2135	2084
Ukupno – <i>Total</i>	5423	5302	6138	6017
	%			
Prednji – <i>Front</i>	41	42	30	30
Stražnji – <i>Rear</i>	59	58	70	70
Lijevo – <i>Left</i>	50	50	50	50
Desno – <i>Right</i>	50	50	50	50

*PL – prednji lijevi kotač – *FL – front left wheel*

*PD – prednji desni kotač – *FR – front right wheel*

*SL – stražnji lijevi kotač – *RL – rear left wheel*

*SD – stražnji desni kotač – *RR – rear right wheel*

zglobnih traktora – skidera, što ujedno upućuje na nepovoljne tehničke značajke APT-a za rad na privlačenju i privitlavanju drva uz nagib.

Radi poboljšanja stabilnosti traktora potrebno je vitlo ugraditi, što bliže stražnjoj osovini traktora te time smanjiti krak djelovanja težine vitla. Kod postavljanja farmerskoga vitla nema mogućnosti prilagođavanja položaja vitla jer se mora nalaziti i ovisiti na trozglobnu poteznicu traktora.

U tablici 3 dan je prikaz usporedbe izmjerene mase skidera i traktora Belarus 1021 s tvorničkim podacima. Razlike su nastale zbog opremanja vozila užadima za vezivanje, proizvođačevim zaokruživanjem točnih vrijednosti radi lakšega predstavljanja i komercijalnih aktivnosti (slučaj kod skidera Ecotrac 120V i Ecotrac MS 33V proizvođača Hittner d.o.o. Bjelovar).

Jedino skider LKT 81T ima manju izmjerenu masu od tvorničke, što može biti posljedica učestalih popravaka i zamjene originalnih dijelova jer je ispitivano vozilo bilo najstarije i najduže je rabljeno.

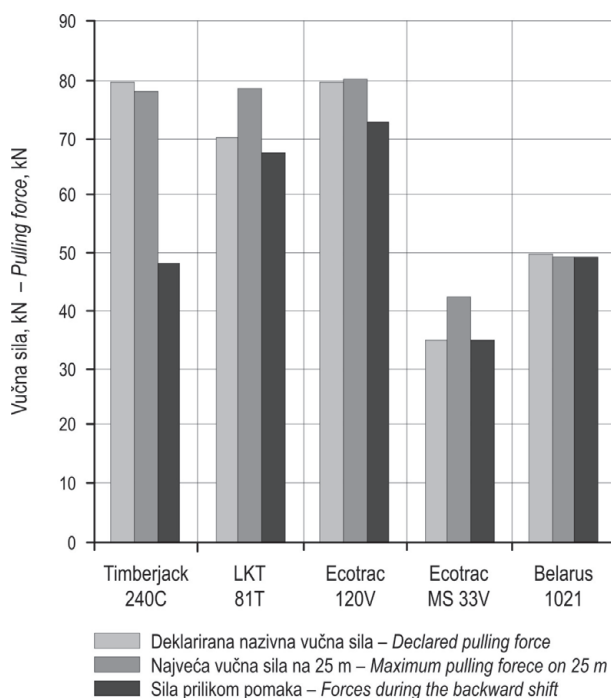
Tablica 3. Usporedba mase ispitivanih vozila

Table 3 Mass comparison of tested vehicles

Skider/traktor Skidder/tractor	Masa, kg – Mass, kg	
	Mjereno – Measured	Tvornički – Declared
Timberjack 240C	8552	8409
LKT 81T	6871	7065
Ecotrac 120V	7257	7200
Ecotrac MS 33V	3483	3460
Belarus 1021	6138	4800

Sustavom transmisije ili hidrauličnim sustavom šumskoga vozila snaga se dovodi od motora na bubanj vitla. Pri određenom zakretnom momentu dovedenom na bubanj vitla može se ostvariti najveća (nazivna) vučna sila u užetu. Najveća se vučna sila vitla postiže kod praznoga bubnja vitla, tj. kada je uže potpuno izvučeno. Prema tomu, nazivna se vučna sila ne može ostvariti tijekom cijeloga vremena privitlavanja jer se uz maksimalni zakretni moment namatanjem užeta povećava krak djelovanja sile, a time smanjuje veličina vučne sile. Ugrađeno šumsko vitlo treba biti nazivne vučne sile da se omogući dovoljna horizontalna sila vuče pri velikom kutu nagiba užeta i pri gotovo potpuno namotanom užetu na bubnju za privitlavanje najvećih drvnih sortimenta.

Na slici 7 prikazani su rezultati mjerenja najveće vučne sile ispitivanih vitala (vozila su blokirana), rezultati mjerenja vučne sile ispitivanih vitala kod kojih



Slika 7. Vrijednosti deklarirane nazivne vučne sile, najveće vučne sile pri dužini užeta od 25 m i vrijednosti sile prilikom pomaka stroja prema nazad

Fig 7 Values of declared pulling force, maximum pulling force on 25 m and force while the vehicle moves backwards

dolazi do pomaka strojeva prema nazad (vozila su deblokirana) te su prikazane i vrijednosti koje deklarira proizvođač svakoga skidera i vitla. Iz slike je vidljivo da istraživana vozila ostvaruju približno jednaku ili nešto veću maksimalnu vučnu silu na udaljenosti od 25 m od one koju deklarira proizvođač vitla. Sila kod koje je došlo do pomaka traktora prema nazad kod svih je traktora manja od najveće vučne sile. Kod Timberjacka 240C ta je sila značajno manja, što je posljedica nesidrenja.

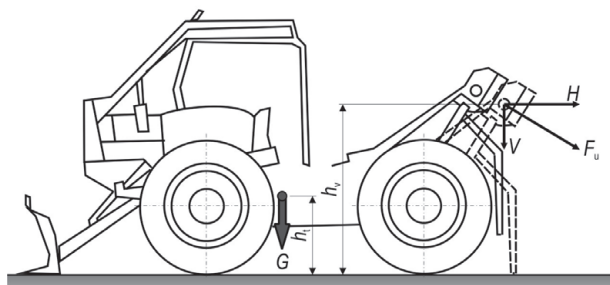
Stabilnost traktora osim uzdužnoga i poprečnoga kuta stabilnosti podrazumijeva i sigurnost sidrenja traktora pri privitlavanju drva (Horvat 1983). Prilikom privitlavanja vuču trupca po tlu ostvaruje horizontalna sastavnica sile u užetu, dok vertikalna sastavnica vučne sile, zbog opterećenja kojim djeluje na zadnji most vozila, povećava adhezijsku težinu vozila. Za potrebe privitlavanja trupca po tlu koristi se određena horizontalna sila manja od nazivne vučne sile (Hasan 1989). Zbog prevelike horizontalne sastavnice vučne sile pri privitlavanju dolazi do prevelikoga rasterećenja prednjega mosta stroja i narušavanja uzdužne stabilnosti vozila, a može izazvati pomicanje stroja.

Faktor prijanjanja skidera i traktora s podlogom stoga je važan pokazatelj mogućnosti sigurnoga privitlavanja drva. Iskazuje se odnosom horizontalne sile koja djeluje na vozilo nasuprot rasporeda vertikalne sile. U slučaju privitlavanja (slika 8) faktor je prijanjanja određen odnosom veličine horizontalne sile u užetu i zbroja vertikalne sile u užetu i težine vozila (adhezijska težina).

$$\mu_{PR} = \frac{H}{V + G} = \frac{H}{G_a} \quad (1)$$

gdje su:

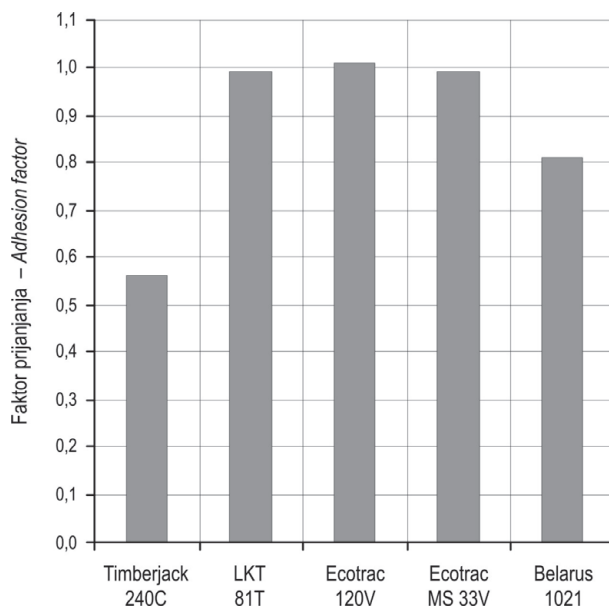
- μ_{PR} – faktor prijanjanja
- H – horizontalna sastavnica vučne sile
- V – vertikalna sastavnica vučne sile
- G – težina vozila
- G_a – adhezijska težina vozila.



Slika 8. Raspored sile na vozilu pri privitlavanju na ravnom terenu

Fig 8. Position of force during winching on flat terrain

Određivanjem visine horizontalnih valjaka vitla pri privitlavanju i udaljenosti izvučenoga užeta određen je kut nagiba užeta. Iz izmjerene vrijednosti vučne sile u užetu vitla prilikom koje je došlo do pomaka stroja prema nazad te poznatoga kuta nagiba užeta izraču-



Slika 9. Faktori prijanjanja

Fig 9. Adhesion factors

nate su horizontalna i vertikalna sastavnica sile u užetu. Na osnovi izmjerenih težina ispitivanih vozila te dobivenih vrijednosti horizontalne i vertikalne sastavnice sile u užetu (tablica 4) za svako je vozilo određen faktor prijanjanja (slika 9) prema izrazu (1).

Najmanji faktor prijanjanja postiže skider Timberjack 240C (0,56), koji je jedini ispitivani skider bez zadnje sidrene daske. Svi ostali skidéri imaju faktor prijanjanja jednak 1, tek Ecotrac 120V ima faktor prijanjanja 1,02. Adaptirani poljoprivredni traktor Belarus 1021 s farmerskim vitlom na trozgloboj poteznici ostvaruje faktor prijanjanja od 0,82. Skider Timberjack 240C, iako pripada u istu grupu velikih skidera kao i LKT 81T i Ecotrac 120V, ne može iskoristiti u potpunosti vitlo

Tablica 4. Parametri na temelju kojih su izračunati faktori prijanjanja za pojedini stroj

Table 4 Parameters used for calculation of adhesion factor

Skider/traktor Skidder/tractor	Težina Weight	Vučna sila Pulling force	Visina valjaka Roller height	Udaljenost privitlavanja Winching distance	Kut nagiba užeta Cable angle	Horizontalna sila Horizontal force	Vertikalna sila Vertical force
	G	F	h	L	β	H	V
	kN		m		°	kN	
Timberjack 240C	84,5	48,35	2,15	25,0	2,75	48,29	2,3
LKT 81T	68,1	67,79	1,15	24,5	0,47	67,79	0,6
Ecotrac 120V	71,2	72,92	1,15	25,5	0,76	72,91	0,6
Ecotrac 33V	35,1	35,14	1,37	25,3	0,45	35,14	0,6
Belarus 1021	60,2	49,59	1,02	23,3	0,17	49,59	0,1



Slika 10. Zadnja daska i valjci vitla na skideru Timberjack 240C

Fig 10. Rear protection plate and winch rollers on skidder Timberjack 240C

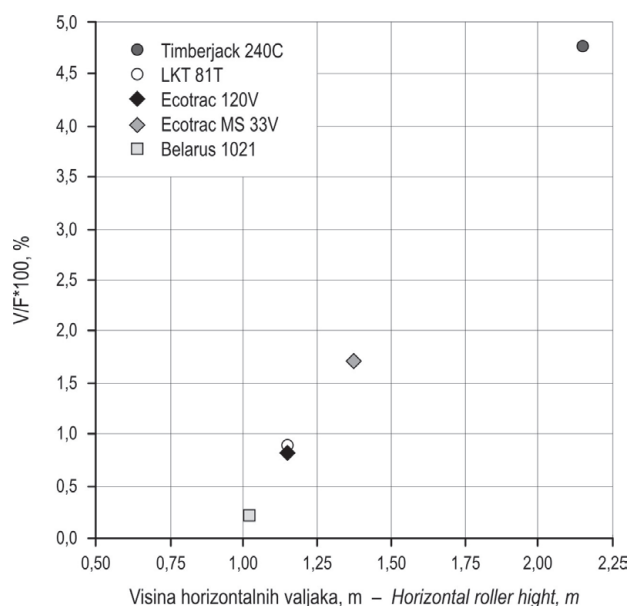
velike nazivne sile. Dok svi ostali istraživani skideri imaju faktor prijanjanja približno jednak 1, što znači da mogu ostvariti nazivnu vučnu silu, Timberjack 240C s faktorom prijanjanja od 0,56 ne može ostvariti najveću vučnu silu. Time se postavlja pitanje je li za takav skider potrebno vitlo nazivne vučne sile 100 kN.

Zanimljivo je usporediti visinu horizontalnih valjaka vitla koji određuju kut nagiba užeta te veličinu horizontalne i vertikalne sastavnice sile u užetu. Timberjack 240C ima najviši položaj horizontalnih valjaka vitla (slika 10) te najveći kut nagiba užeta, što smanjuje horizontalnu sastavnicu sile u užetu s obzirom na ostvarenu vučnu silu, ali time se povećava vertikalna sastavnica sile koja mu povećava adhezijsku težinu, a time i vučnu silu.

Proredni Ecotrac MS 33 V ima viši položaj horizontalnih valjaka vitla nego skideri Ecotrac 120V i LKT 81T jer su valjci fiksirani na stražnjem kraju skidera, dok se kod navedena druga dva skidera nalaze na zadnjoj sidrenoj dasci te se njihov položaj mijenja spuštanjem daske.

Najmanju visinu valjaka vitla ima traktor Belarus 1021 zbog konstrukcije samoga farmerskoga vitla te njegova položaja na trozgloboj poteznici traktora.

Manjom visinom horizontalnih valjaka povećava se omjer horizontalne sastavnice sile i vertikalne sastavnice sile u užetu. Time se povećava i energetska učinkovitost privitlavanja drva (slika 11). Kod skidera koji posjeduju sidrenu dasku nema potrebe za povećanjem adhezijske težine. U tom slučaju vertikalna sastavnica vučne sile predstavlja gubitak energije. Kako bi se poboljšale karakteristike privitlavanja drva s Ecotracom MS 33V, njegovim daljnjim razvojem



Slika 11. Utjecaj visine horizontalnih valjaka na odnos V/F

Fig 11. Impact of horizontal roller height on V/H relation



Slika 12. Nova sidrena daska Ecotrac-a 55V

Fig 12. New rear anchor plate of Ecotrac 55V

(Ecotrac 55V) konstruirana je nova sidrena daska (slika 12) na koju su postavljeni horizontalni valjci čime je omogućeno njihovo spuštanje pri sidrenju te time smanjenje kuta užeta, čime se povećava udio horizontalne sastavnice u vučnoj sili, tj. povećava se korisnost.

4. Zaključci – Conclusions

Najveća vučna sila vitla izmjerena na udaljenosti užeta od 25 m kod ispitivanih vozila približno je jednaka deklariranim vrijednostima vučne sile. Uspored-

bom dobivenih vrijednosti najveće vučne sile u užetu i vučne sile u užetu prilikom pomaka vozila prema nazad može se zaključiti da je upravo stabilnost vozila definirana pomakom unazad granični uvjet privlačenja drva.

Najbolje rezultate privlačenja, najveću silu prilikom privlačenja imaju skideri LKT 81T i Ecotrac 120V, što se očituje kao posljedica pravilne konstrukcije njihovih vitala i načina sidrenja. Prednost im se ogleda u mogućnosti sidrenja stražnjom daskom postavljenoj na hidrauličnim cilindrima te položajem horizontalnih valjaka na samoj dasci tako da se sidrenjem spuštaju. Najlošije pokazatelje mogućnosti privlačenja drva ima Timberjack 240C jer se ne može sidriti pa ostvaruje faktor privlačenja od 0,56. Skideri sa sidrenom daskom imaju veći faktor prijanjanja od APT-a najvjerojatnije zbog bolje konstrukcije mehanizma sidrene daske.

Postavljanje i upotreba vitla velike nazivne sile na skidere ili APT-e, bez upotrebe sidrene daske, nije isplativo i nije korisno jer takva vitla ne mogu u potpunosti iskoristiti svoje mogućnosti. Ugradnjom sidrene daske i montiranjem horizontalnih valjaka na nju poboljšava se energetska učinkovitost kod privlačenja jer se veći postotak vučne sile koristi za privlačenje, dok se njezin manji dio u obliku vertikalne sastavnice vučne sile koristi za poboljšanje sidrenja.

5. Literatura – References

- Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanisation in Croatian state forestry. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28(1): 63–82.
- Hassan, A. E., M. I. Gustafson, 1986: Factors Affecting Tree Skidding Forces. ASAE paper, 81: 47–53.
- Hassan, A. E., 1989: Mjerni postupci pri istraživanju šumskih zglobnih traktora. *Mehanizacija šumarstva*, 14(11–12): 199–209.
- Horvat, D., 1979: Neke metode određivanja najpovoljnijeg režima rada kod priključivanja oruđa odnosno tereta na traktor. *Mehanizacija šumarstva*, 4(7–8): 243–257.
- Horvat, D., 1983: Jedan pristup problemu opremanja poljoprivrednog traktora šumskim vitlom. *Zbornik savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi*, Opatija, str. 149–164.
- Horvat, D., 1985: Tehničko-eksploatacijske značajke adaptiranog poljoprivrednog traktora u radu na nagibu. *Mehanizacija šumarstva*, 10(5–6): 59–65.
- Horvat, D., 1996: Proračun nekih veličina vučnih značajki četiriju vozila za privlačenje drva u proredama brdsko-planinskih sastojina (Calculation of some tractive parameters for four vehicles used for wood transportation in mountain forest thinning). U: S. Sever, ur., *Zaštita šuma i pridobivanje drva*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 243–252.
- Horvat, D., 2001: Morfološke značajke adaptiranih poljoprivrednih traktora s ugradnjom različitih vitala (Morphological characteristics of adapted farming tractors equipped with different winches). U: S. Matić i A. P. B. Krpan, ur., *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, str. 525–533.
- Horvat, D., S. Sever, 1996: Neke tehničke značajke traktora za privlačenje drva u prorjedama sastojina brdsko-planinskog područja (Some properties of skidders used in mountain forest stand thinning). *Šumarski list*, 120(3–4): 157–162.
- Krpan, A. P. B., 1992: Iskorišćivanje šuma. U: Đ. Rauš, ur., *Šume u Hrvatskoj*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i »Hrvatske šume« p.o. Zagreb, str. 153–170.
- Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, Ž. Zečić, 2003: Studija o potrebnoj veličini zglobnog traktora (skidera) temeljem sastojinskih prilika glavnoga prihoda i primjenjene tehnologije. Znanstvena studija izrađena u sklopu tehnološkog projekta Ministarstva znanosti i tehnologije »Razvoj, ispitivanje i proizvodnja specijalnog šumskog vozila skidera mase do 7 t (TP-C37/2002)«, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–41.
- 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.
- Sever, S., 1980: Istraživanje nekih eksploatacijskih parametara traktora kod privlačenja drva. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–301.
- Sever, S., D. Horvat, 1987: Neki problemi određivanja stabilnosti zglobnih traktora. *Zbornik radova I stručnog skupa sekcije JUMV »Teramehanika i vozila visoke prohodnosti«*, 11. 3. 1997, Novi Sad, Jugoslavensko društvo za motore i vozila i Institut za mehanizaciju, Novi Sad, str. 93–102.
- Sever, S., D. Horvat, 1990: Vozila za privlačenje drva na teškim terenima. *Mehanizacija šumarstva*, 15(3–4): 75–80.
- Sever, S., D. Horvat, 1997: Choosing and Application of Forest Soft Machines. 7th European ISTVS Conference, 7–10. October, 1997, Ferrara, Italy, str. 549–556.
- Zečić, Ž., A. P. B. Krpan, T. Poršinsky, M. Šušnjar, 2004: Djelotvornost traktora Steyr 8090 i 9078 u oplodnim sječama sastojina Požeškog gorja (Efficiency of tractors Steyr 8090 and 9078 in shelterwood fellings of stands in Požega mountains). *Šumarski list*, 128(5–6): 245 – 254.

Abstract

*Influence of Anchoring on Values of Horizontal Component
of Pulling Force and Adhesion Factor during Wood Winching with Skidder
and Adopted Farming Tractor*

This paper shows the measurement of maximum pulling forces and pulling forces while the vehicle moves backwards for forest machines equipped with forest winches and anchor plates.

The measurements were conducted on the following skidders:

- 1. Timberjack 240C with single-drum winch, without anchor plate, with fixed horizontal rollers,*
- 2. LKT 81T with double-drum winch, with anchor plate, with movable horizontal rollers,*
- 3. Ecotrac 120V with double-drum winch, with anchor plate, with movable horizontal rollers,*
- 4. Ecotrac MS 33V with double-drum winch, with anchor plate, with fixed horizontal rollers.*

Besides the above skidders, an adopted farming tractor was also investigated:

- 5. Belarus 1021 with double-drum winch mounted on rear power lift, together with anchor plate and horizontal rollers.*

Based on pulling forces measured while the machines move backwards and the known cable angle, horizontal and vertical components of the pulling force and adhesion factor were calculated. The highest adhesion factor is achieved by skidders with anchor plate Ecotrac 120V, LKT 81T and Ecotrac MS 33V (around 1), while the lowest adhesion factor is achieved by Timberjack 240C (0.56).

The analysis of the impact of horizontal roller height of forest vehicles shows that the higher the roller height, the lower is the winching efficiency, so from that point of view, forest vehicles that anchor should have a horizontal roller mounted on the anchor plate. Forest vehicles without an anchor plate have a low adhesion factor, and high position of horizontal rollers decreases the winching efficiency, but increases the adhesion weight of vehicles, ensuring somewhat larger pulling forces.

Keywords: forest harvesting, skidder, winch, pulling force, horizontal rollers, adhesion factor

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Marko Zorić, mag. ing. silv.
e-pošta: mzoric@sumfak.hr
Izv. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar
e-pošta: susnjar@sumfak.hr
Zdravko Pandur, dipl. inž. šum.
e-pošta: zpandur@sumfak.hr
prof. dr. sc. Dubravko Horvat
e-pošta: dhorvat@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10 000 Zagreb

mr. sp. Hrvoje Gužvinec
e-pošta: hrvoje.guzvinec@hrsume.hr
»Hrvatske šume« d.o.o Zagreb
Uprava šuma Podružnica Koprivnica
Ivana Meštrovića 28
HR – 48 000 Koprivnica

Primljeno (Received): 4. 7. 2012.

Prihvaćeno (Accepted): 29. 11. 2012.

Određivanje faktora raspodjele mase tereta i privlačenja

Tomislav Poršinsky, Marijan Šušnjar, Andreja Đuka

Nacrtak – Abstract

Na kretnost skidera pri privlačenju drva na nagnutom terenu značajno utječe raspodjela opterećenja po njegovim osovima. Na raspodjelu opterećenja po osovima skidera utječu: 1) dimenzijske značajke skidera (težina vozila, položaj točke težišta i horizontalnih valjaka), 2) smjer i nagib terena, 3) značajke vučenoga tereta koji je ovješeno o vučno užice te 4) faktori raspodjele tereta i privlačenja.

U radu je analiziran, na primjeru skidera Ecotrac 120V, utjecaj nagiba terena i njegova smjera te značajki tereta – privlačenoga drva (masa, težina, obujam, površina poprečnoga presjeka, duljina, broj komada) na vrijednosti faktora raspodjele tereta i privlačenja. Korelacijom je utvrđena statistički značajna povezanost utjecajnih čimbenika s navedenim faktorima, nakon čega je regresijskom analizom utvrđena njihova ovisnost.

Korelacijski su koeficijenti sa statističkom značajnošću pokazali: 1) faktor raspodjele tereta obrnuto je proporcionalan masi, težini i obujmu privlačenoga tereta ($r = -0,51$), 2) faktor privlačenja negativno je koreliran isključivo sa smjerom i iznosom nagiba terena ($r = -0,71$). Na osnovi dobivenih spoznaja regresijskom analizom ustanovljena je ovisnost faktora raspodjele tereta o masi tereta, odnosno faktora privlačenja o nagibu terena i njegovu smjeru.

Uz poznavanje dimenzijskih značajki skidera Ecotrac 120V otvoren je put modeliranju kretnosti istraživanoga skidera radi određivanja njegova sigurnoga, učinkovitoga i okolišno prihvatljivoga područja rada s obzirom na smjer i nagib terena, nosivost podloge te veličinu vučenoga tereta.

Ključne riječi: faktor raspodjele tereta, faktor privlačenja drva, kretnost skidera

1. Uvod – Introduction

Prometnost je terena (eng. *terrain trafficability*) svojstvo terena da omogućuje prolazak (kretanje) vozila, pri čemu dolazi do izražaja utjecaj terenskih čimbenika (nagib terena, površinske prepreke i nosivost podloge) na kretnost vozila (Eichrodt 2003, Suvinen 2006, Lubello 2008). Pri privlačenju drva vozilima, zbog primarne zadaće – transporta drva, utjecaj na prometnost terena svakako ima i otvorenost šuma (neposredno preko srednje udaljenosti privlačenja drva koja je ekonomski parametar) i značajke transportiranoga tereta (obloga drva) zbog kretanja opterećenoga vozila. Između svih čimbenika prometnosti terena postoji izrazita međuovisnost.

Kretnost je vozila (eng. *vehicle mobility*) sposobnost prolaska vozila s jednoga na drugo mjesto u prostoru

uz zadržavanje mogućnosti izvršavanja svoje primarne zadaće – privlačenja drva. Mnogi parametri opisuju kretnost vozila za privlačenje drva, od kojih Šušnjar i dr. (2010) izdvajaju četiri najvažnija:

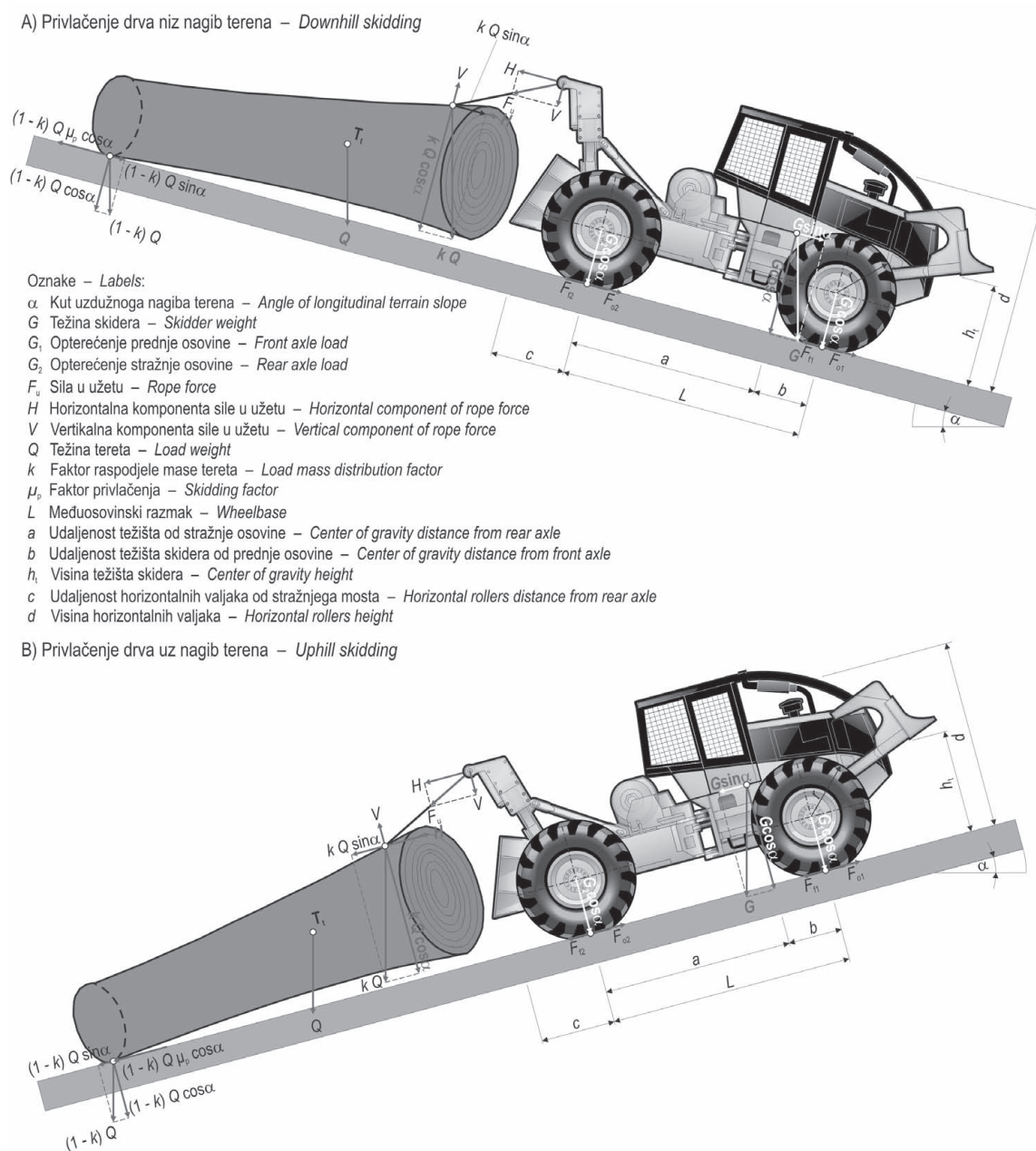
- ⇒ dimenzijske značajke (gabaritne mjere, polumjer okretanja, masa vozila i položaj točke težišta, uzdužni i bočni kut stabilnosti vozila, visina prohodnosti – klirens, kut zakretanja zgloba i kut oscilacije prednje osovine, rasterećenje prednje osovine, nosivost stražnje osovine, nosivost guma)
- ⇒ sposobnost svladavanja površinskih prepreka pri kretanju (visina prohodnosti – klirens, bočna stabilnost vozila)
- ⇒ vučne značajke (ovisnost klizanja, vučne snage i stvarne brzine o vučnoj sili te nosivosti podloge)

⇒ okolišna pogodnost (granični nominalni tlak vozila na podlogu i njegova izvedenica minimalni konusni indeks tla).

Primarni transport drva u hrvatskom šumarstvu zasnovan je na privlačenju drva vozilima, pri čemu je naznačajnije sredstvo rada skider opremljen s vitlom, kojim se prosječno godišnje privuče 59 % izrađenoga drva (Beuk i dr. 2007). Značenje skidera s vitlom, kao sredstva privlačenja drva, za hrvatsko šumarstvo

potvrđuje i Čavlović (2010) koji u sklopu analize podataka »Prve nacionalne inventure šuma Republike Hrvatske« navodi da se na 67,35 % površine šuma u Republici Hrvatskoj drvo privlači skiderom. To svakako valja poimati uz spoznaju da nagib terena > 10 % zauzima 60 % površine šuma u Hrvatskoj (Poršinsky i dr. 2012).

Skider s vitlom zgloбно je upravljano šumsko vozilo, namijenjeno privlačenju drva po traktorskim puto-



Slika 1. Raspodjela sila pri privlačenju drva skiderom s obzirom na smjer nagiba terena

Fig. 1 Distribution of forces during downhill and uphill timber skidding

Tablica 1. Izrazi pojedinih parametara privlačenja drva skiderom s obzirom na smjer nagiba terena

Table 1 Equations of some parameters of downhill and uphill timber skidding

Privlačenje drva niz nagib terena – Downhill skidding	Privlačenje drva uz nagib terena – Uphill skidding
Adhezijska težina – Adhesive weight	
$G_a = G \cdot \cos \alpha + V$	
Okomita sastavnica sile u užetu – Vertical component of rope force	
$V = k \cdot Q \cdot \cos \alpha$	
Horizontalna sastavnica sile u užetu – Horizontal component of rope force	
$H = Q \cdot (1 - k) \cdot \cos \alpha \cdot \mu_p - Q \cdot \sin \alpha$	$H = Q \cdot (1 - k) \cdot \cos \alpha \cdot \mu_p + Q \cdot \sin \alpha$
Opterećenje prednje osovine – Front axle load	
$G_1 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a + G \cdot \sin \alpha \cdot h_t - H \cdot d - V \cdot c}{L}$	$G_1 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot a - G \cdot \sin \alpha \cdot h_t - H \cdot d - V \cdot c}{L}$
Opterećenje stražnje osovine – Rear axle load	
$G_2 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot b - G \cdot \sin \alpha \cdot h_t + H \cdot d + V \cdot (L + c)}{L}$	$G_2 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot b + G \cdot \sin \alpha \cdot h_t + H \cdot d + V \cdot (L + c)}{L}$
Kut uzdužne stabilnosti vozila – Angle of longitudinal vehicle stability	
$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G \cdot b + Q \cdot (1 - k) \cdot \mu_p \cdot d + k \cdot Q \cdot (L + c)}{Q \cdot d - G \cdot h_t}$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G \cdot a - Q \cdot (1 - k) \cdot \mu_p \cdot d - k \cdot Q \cdot c}{Q \cdot d + G \cdot h_t}$
Granični teret prema uzdužnoj stabilnosti vozila – Critical load according to longitudinal vehicle stability	
$Q_{\text{crit}} = \frac{G \cdot (a \cdot \cos \alpha + h_t \cdot \sin \alpha)}{d \cdot \sin \alpha + k \cdot c \cdot \cos \alpha + d \cdot (1 - k) \cdot \mu_p \cdot \cos \alpha}$	$Q_{\text{crit}} = \frac{G \cdot (a \cdot \cos \alpha - h_t \cdot \sin \alpha)}{d \cdot \sin \alpha + k \cdot c \cdot \cos \alpha + d \cdot (1 - k) \cdot \mu_p \cdot \cos \alpha}$
Vučna sila – Drawbar pull	
$F_v = H - G_a \cdot \sin \alpha$	$F_v = H + G_a \cdot \sin \alpha$
Faktor neto vuče – Net traction factor	
$\mu = \frac{F_v}{G_a} = \frac{H - G_a \cdot \sin \alpha}{G_a}$	$\mu = \frac{F_v}{G_a} = \frac{H + G_a \cdot \sin \alpha}{G_a}$

vima i vlakama te šumskomu bespuću, za koje je znakovito da vučena oblovinu jednim krajem dodiruje tlo, iz čega izlazi njegova osnovna namjena – dosezanje vučne sile koja se ostvaruje preko oboda kotača (Sever 1980, Sever i Horvat 1985). Šasije se većine zglobnih šumskih traktora sastoje od dvaju odvojenih okvira, prednjega pogonskoga dijela vozila i stražnjega (nosača zaštitne daske i vitla) koji su spojeni zglobno, s mogućnošću gibanja samo u vodoravnoj ravnini, dok se poprečno prilagođavanje terenu omogućuje njihanjem prednje osovine (potrebno radi povećanja njegove kretnosti po šumskom bespuću). Osim zglobnoga upravljanja osnovna je značajka skidera pogon na sva četiri kotača istih dimenzija te opterećenje prednje osovine neopterećenoga vozila s približno 2/3 ukupne mase,

što mu omogućuje bolju kretnost pri privlačenju drva na nagnutim terenima (Sever i Horvat 1985, Sever 1990, Šušnjar 2005). Osim za skupljanje drva vučnim užetom vitla (drvo ide k vozilu) te za privlačenje drva, služi i za uhrpavanje drva prednjom daskom na pomoćnom stovarištu, odnosno uklanjanje prepreka na traktorskim putovima ili vlakama (Sever 1992). Pogodan je za rad u svim uzgojnim zahvatima i metodama izradbe drva, iako valja istaknuti da uporaba skidera u sortimentnoj metodi izradbe drva nepovoljno djeluje na njegovu proizvodnost zbog djelovanja zakona obujma komada (Sabo i Poršinsky 2005). Općeprihvaćeno područje rada skidera su tereni $< \pm 30\%$ nagiba na udaljenostima privlačenja drva < 400 m (MacDonald 1999, Kühmaier i Stampfer 2010).

Privlačenje se drva skiderima odvija s jednim krajem tereta odignutim od tla i preko užeta vitla ovješanim na zadnji kraj vozila, dok se drugi oslonjeni kraj tereta vuče po tlu. S obzirom na to da se jedan dio tereta nalazi oslonjen na tlo, na užetu se drži samo određeni dio težine tereta. Zbog vuče po tlu oslonjenoga dijela tovara javlja se otpor privlačenja određen težinom tovara oslonjenim na tlo i faktorom privlačenja.

Zbog toga što se dinamika kretanja skidera značajno razlikuje sa smjerom privlačenja drva (Sever i Horvat 1985, Horvat 1990, Šušnjar i Horvat 2006, Tomašić i dr. 2007, Tomašić i dr. 2009), prikaz raspodjele sile i izraza za njezin izračun pri privlačenju drva niz nagib i uz nagib terena dan je na slici 1, odnosno u tablici 1.

Iz prikaza izraza pojedinih parametara privlačenja drva skiderom s obzirom na nagib (i njegov smjer) terena te težinu (masu, obujam) tereta (slika 1, tablica 1) uočavaju se potrebne ulazne veličine za njihov izračun:

- ⇒ masa (težina) neopterećenoga vozila
- ⇒ položaj točke težišta (visina i udaljenost od prednje, odnosno stražnje osovine)
- ⇒ položaj horizontalnih valjaka (visina i udaljenost od stražnje osovine)
- ⇒ faktor raspodjele tereta
- ⇒ faktor privlačenja.

Osim faktora raspodjele tereta i privlačenja drva za skidere hrvatske šumske strojogradnje Ecotrac 120V i Ecotrac 55V, na osnovi prethodnih istraživanja (Šušnjar 2005, Tomašić 2007) poznate su sve ostale ulazne veličine potrebne za izračun navedenih parametara.

Faktor raspodjele mase tereta pokazuje kolika je masa tereta odignuta od tla, odnosno ovješena na užu, a kolika se vuče oslonjena na tlo (izraz 1). 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. Značenje faktora raspodjele mase tereta na privlačenje drva ogleda se u nastojanju da se što veći dio tereta (vučenoga drva) odigne od tla kako bi se povećala adhezijska težina vozila, smanjilo oštećenje tla, ali i smanjila vučna sila potrebna za svladavanje otpora privlačenja. 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.

$$k = \frac{V}{Q \cdot \cos \alpha} \quad (1)$$

$$\mu_p = \frac{H \pm Q \cdot \sin \alpha}{Q \cdot (1 - k) \cdot \cos \alpha} \quad (2)$$

gdje su:

- k faktor raspodjele mase tereta
- μ_p faktor privlačenja
- V okomita sastavnica sile u užetu
- H horizontalna sastavnica sile u užetu
- Q težina tereta
- α uzdužni kut nagiba terena

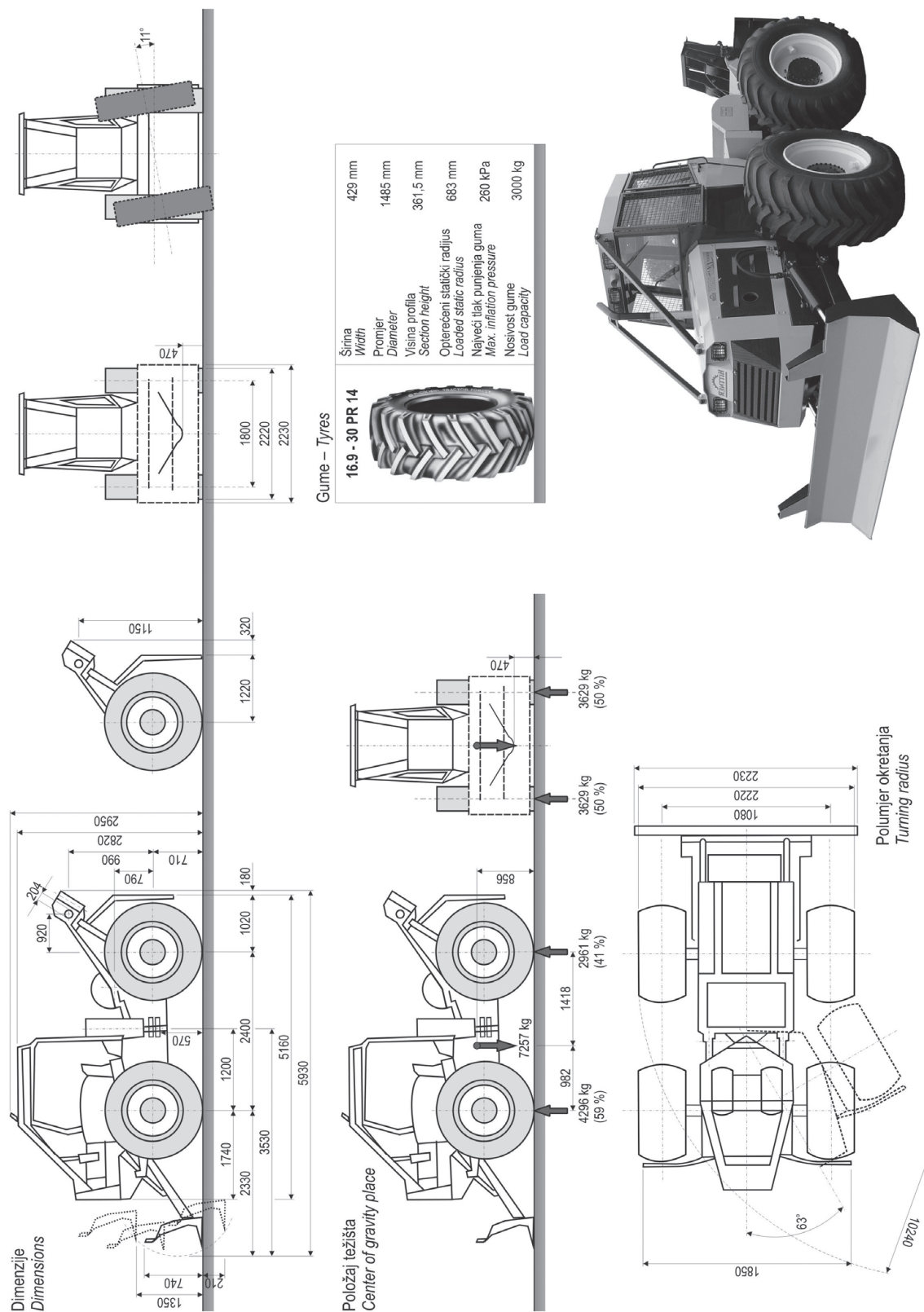
Zbog vuče po tlu dijela tovara javlja se otpor privlačenja određen težinom tereta oslonjenoga na tlo i faktorom privlačenja. Horizontalna sastavnica sile u užetu svladava otpore privlačenja između dijela težine tereta i tla te se stoga na osnovi poznatih vrijednosti sile, težine i faktora raspodjele tovara i nagiba terena izračunava faktor privlačenja (izraz 2). Šušnjar (2005) navodi da faktor privlačenja osim o težini tereta ovisi o obliku tereta, veličini dodirne površine tereta s tlom i mikroreljefu traktorske vlake (neravnine tla). Oblik se tereta razlikuje s obzirom na metodu izrade (stablovna, deblovna, sortimentna), ali i oblik pojedinih komada u tovaru (zakrivljenost drvnih sortimenta, hrapavost kore, učestalost i veličina kvrga). Veličina dodirne površine između tovara i tla ovisi o visini vezanja tovara, orijentaciji vuče i broju komada u teretu. Porastom točke vezanja tereta smanjuje se dodirna površina tereta s tlom i otpor privlačenja.

Istražujući vučne značajke skidera Kockums 821 na ravnoj vlaci, pri privlačenju drva sortimentnom, deblovnom i stablovnom metodom izradbe, Sever (1980) utvrđuje približno iste prosječne vrijednosti faktora raspodjele mase tereta $0,462 \pm 0,118$ ($0,232 - 0,673$), odnosno faktora privlačenja $0,442 \pm 0,120$ ($0,310 - 0,789$). Na osnovi analize rezultata sa statističkom značajnošću utvrđuje da na faktor raspodjele mase tereta djeluje orijentacija vezanja tereta (deblji, odnosno tanji kraj), ali i da je obrnuto proporcionalan s masom i duljinom privlačenoga drva. Ni jedan parametar tereta nije ukazao na statističku značajnu povezanost s faktorom privlačenja.

Cilj je ovoga rada, na osnovi mjerenja na skideru Ecotrac 120V, istražiti utjecaj značajki vučenoga tereta te nagiba (i njegova smjera) terena na vrijednosti faktora raspodjele tereta i privlačenja.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

Za istraživanje čimbenika koji djeluju na faktore raspodjele mase tereta i privlačenja korišteni su rezultati prethodnoga istraživanja vučnih značajki skidera Ecotrac 120V (Šušnjar 2005), koje je provedeno na traktorskim vlakama nagiba 15 % i 30 %, pri kretanju opterećenoga skidera u oba smjera nagiba.



Slika 2. Tehničke značajke skidera Ecotrac 120V
Fig. 2 Technical data of Ecotrac 120V skidder

Tablica 2. Podaci vezani uz mjerenje sile horizontalne i okomite sastavnice sile u užetu (Šušnjar 2005)**Table 2** Data related to measured horizontal and vertical component of rope force (Šušnjar 2005)

Uzdužni nagib terena Longitudinal terrain slope	Masa tereta Load mass	Obujam tereta Load volume	Težina tereta Load weight	Trupaca u teretu No. of logs in the load	Poprečni presjek tereta Cross-cut area of load	Duljina tereta Load length	Horizontalna sastavnica sile u užetu Horizontal component of rope force	Okomita sastavnica sile u užetu Vertical component of rope force	Faktor raspodjele mase tereta Load mass distribution factor	Faktor privlačenja Skidding factor
α , %	Q , t	Q , m ³	Q , kN	Q , kom. (pcs)	Q , m ²	Q , m	H , kN	V , kN	k	μ_p
15	2,519	2,373	24,711	2	0,297	8,0	8,602	13,063	0,53	0,43
15	3,868	3,605	37,945	3	0,470	7,7	13,238	19,684	0,52	0,43
15	3,868	3,605	37,945	3	0,470	7,7	15,243	17,586	0,47	0,48
15	1,627	1,513	15,961	2	0,393	3,8	5,985	8,628	0,55	0,51
15	2,567	2,377	25,182	3	0,589	4,0	13,608	10,643	0,43	0,69
15	2,972	2,777	29,155	4	0,708	3,8	10,178	12,905	0,45	0,37
30	0,929	0,896	9,113	1	0,119	7,5	3,832	5,275	0,60	0,35
30	2,272	2,159	22,288	2	0,264	8,1	11,079	7,473	0,35	0,34
30	1,627	1,513	15,961	2	0,393	3,8	5,853	10,208	0,67	0,25
–15	2,519	2,373	24,711	2	0,297	8,0	3,440	13,738	0,56	0,66
–15	3,868	3,605	37,945	3	0,470	7,7	3,905	19,35	0,52	0,52
–15	3,868	3,605	37,945	3	0,470	7,7	4,136	21,598	0,58	0,61
–15	2,972	2,777	29,155	4	0,708	3,8	3,792	13,404	0,46	0,53
–30	2,519	2,373	24,711	2	0,297	8,0	1,118	9,421	0,40	0,58
–30	3,868	3,605	37,945	3	0,470	7,7	2,379	13,49	0,37	0,58
–30	4,797	4,501	47,059	4	0,589	7,7	–0,247	14,176	0,31	0,43
–30	1,627	1,513	15,961	2	0,393	3,8	0,305	8,746	0,57	0,75
–30	2,567	2,377	25,182	3	0,589	4,0	1,533	10,908	0,45	0,66
–30	2,972	2,777	29,155	4	0,708	3,8	2,538	11,942	0,43	0,68

Skider Ecotrac 120V četverokotačno je zglobno vozilo (pogona 4 × 4) opremljeno dvobubanjskim šumskim vitlom Hittner 2 × 80, nazivne vučne sile od 80 kN. 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}. Osnovne tehničke značajke skidera Ecotrac 120V prikazane su na slici 2.

Faktori raspodjele mase tereta i privlačenja izračunati su na osnovi rezultata mjerenja: 1) horizontalne i okomite sastavnice sile u užetu vlačno-tlačnim dinamometrima HBM 50 kN i HBM 20 kN postavljenim točno u okomitij i usporednoj ravnini s obzirom na podlogu pri potpuno podignutoj zadnjoj prihvatno-zaštitnoj dasci skidera, 2) težine privlačenoga tereta i

3) nagiba terena (traktorske vlake). Obujam je tereta iskazan na osnovi mjerenja duljine te promjera s kojom na debljem kraju, sredini duljine i tanjem kraju svakoga pojedinoga komada hrastove oblovinu u teretu, a obujam je procijenjen Riecke-Newtonovim izrazom. Masa pojedinih komada hrastove oblovinu mjerenja je prijenosnim vagama TELUB. Tijekom istraživanja nije se pazilo na smjer vezanja tereta (deblji, odnosno tanji kraj) zbog ograničenja vezanja većega broja komada oblovinu za držač veznoga užeta isključivo s prednjim ili tanjim krajem sortimenta odignutim od tla zbog položaja mjerne opreme.

Privlačeni tereti međusobno su se razlikovali s obzirom na broj i dimenzije izrađene lužnjakove oblovinu u teretu, odnosno njihov obujam, masu i težinu

(tablica 2). Gustoća tereta (hrastove oblovine) iznosila je $1,07 \pm 0,01 \text{ t/m}^3$.

Obrada i analiza podataka provedena je uz pomoć Microsoft Excela i statističkoga paketa Statistica 8.0. Nakon deskriptivne obrade podataka provedena je korelacija između analiziranih varijabli radi utvrđivanja postojanja povezanosti utjecajnih čimbenika s istraživanim faktorima, nakon čega su regresijskom analizom utvrđene njihove ovisnosti. Pri svim analizama pogreška od 5 % smatrala se statistički značajnom.

3. Rezultati – Results

Slika 3 prikazuje deskriptivnu statističku analizu faktora raspodjele mase tereta i faktora privlačenja. Uzorak podataka mjerenja faktora raspodjele mase tereta kretao se u rasponu od 0,31 do 0,67, s prosječnom vrijednošću $0,485 \pm 0,093$ (medijan 0,470). Kod faktora

privlačenja utvrđen je veći raspon vrijednosti (0,25 – 0,75), ali i veće rasipanje podataka. Prosječna vrijednost faktora privlačenja ($0,518 \pm 0,138$) koincidira s medijanom (0,520). Ostvareni su rezultati pod utjecajem mjerenja na različitim nagibima i smjerovima nagiba terena (–30 %, –15 %, +15 %, +30 %), privlačenju tereta sastavljenoga od različitoga broja oblovine (1 – 4), ali i različite duljine (3,8 – 8 m) te samim time obujma ($0,9 – 4,5 \text{ m}^3$), mase (0,9 – 4,8 t), odnosno težine (9 – 47 kN), ali i različite orijentacije oblovine u tovaru.

U tablici 3 prikazani su rezultati dvosmjerne korelacije između svih varijabli obuhvaćenih istraživanjem radi određivanja njihove međusobne povezanosti.

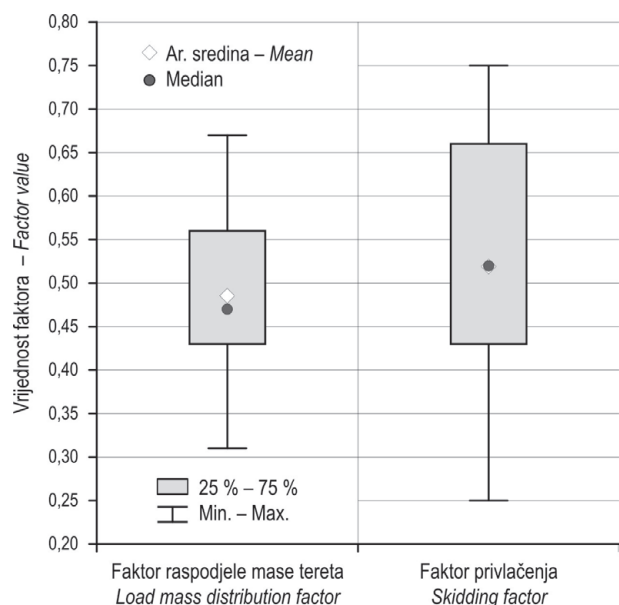
Faktor raspodjele tereta statistički je značajno ($p < 0,05$) i dobro obrnuto proporcionalno ($r = -0,51$) povezan s masom, obujmom te težinom tereta, odnosno brojem komada oblovine u privlačenom teretu. Iste vrijednosti koeficijenta korelacije ($r = -0,51$) i navedenih

Tablica 3. Korelacija podataka

Table 3 Correlation

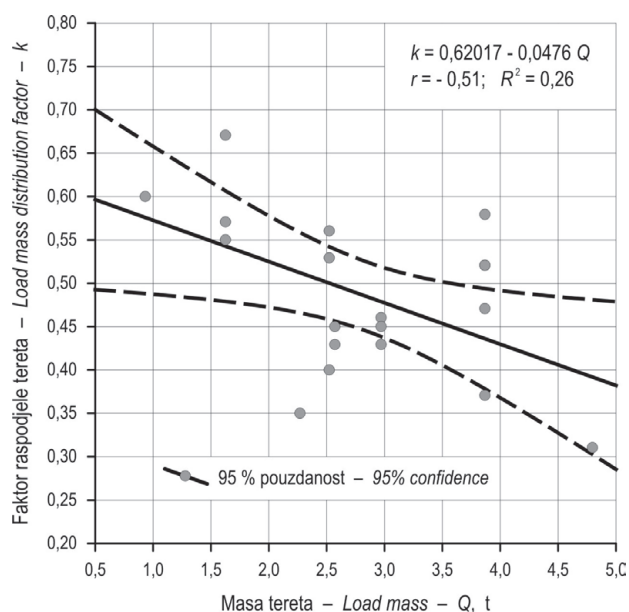
	Faktor raspodjele mase tereta <i>Load mass distribution factor</i>	Faktor privlačenja <i>Skidding factor</i>	Nagib terena <i>Terrain slope</i>	Masa tereta <i>Load mass</i>	Obujam tereta <i>Load volume</i>	Težina tereta <i>Load weight</i>	Broj trupaca u teretu <i>No. of logs in the load</i>	Poprečni presjek tereta <i>Load cross-cut area</i>	Duljina tereta <i>Load length</i>
Faktor raspodjele mase tereta <i>Load mass distribution factor</i>	1,0000	–0,1211	0,3576	–0,5106*	–0,5157*	–0,5106*	–0,5147*	–0,3754	–0,1718
Faktor privlačenja <i>Skidding faktor</i>	–0,1211	1,0000	–0,7139*	0,0862	0,0790	0,0862	0,1759	0,2749	–0,2159
Nagib terena <i>Terrain slope</i>	0,3576	–0,7139*	1,0000	–0,4039	–0,4019	–0,4039	–0,4044	–0,3701	0,0211
Masa tereta <i>Load mass</i>	–0,5106*	0,0862	–0,4039	1,0000	0,9998*	1,0000*	0,7204*	0,5070*	0,3948
Obujam tereta <i>Load volume</i>	–0,5157*	0,0790	–0,4019	0,9998*	1,0000	0,9998*	0,7161*	0,4987*	0,4057
Težina tereta <i>Load weight</i>	–0,5106*	0,0862	–0,4039	1,0000*	0,9998*	1,0000	0,7204*	0,5070*	0,3948
Broj trupaca u teretu <i>No. of logs in the load</i>	–0,5147*	0,1759	–0,4044	0,7204*	0,7161*	0,7204*	1,0000	0,9451*	–0,2763
Poprečni presjek tereta <i>Load cross-cut area</i>	–0,3754	0,2749	–0,3701	0,5070*	0,4987*	0,5070*	0,9451*	1,0000	–0,5572*
Duljina tereta <i>Load length</i>	–0,1718	–0,2159	0,0211	0,3948	0,4057	0,3948	–0,2763	–0,5572*	1,0000

* Korelacija je značajna za $p < 0,05$ – Correlations are significant at $p < 0,05$



Slika 3. Deskriptivna statistika istraživanih faktora

Fig. 3 Descriptive statistics of researched factors



Slika 4. Ovisnost faktora raspodjele tereta o masi tereta

Fig. 4 Load distribution factor vs. load mass

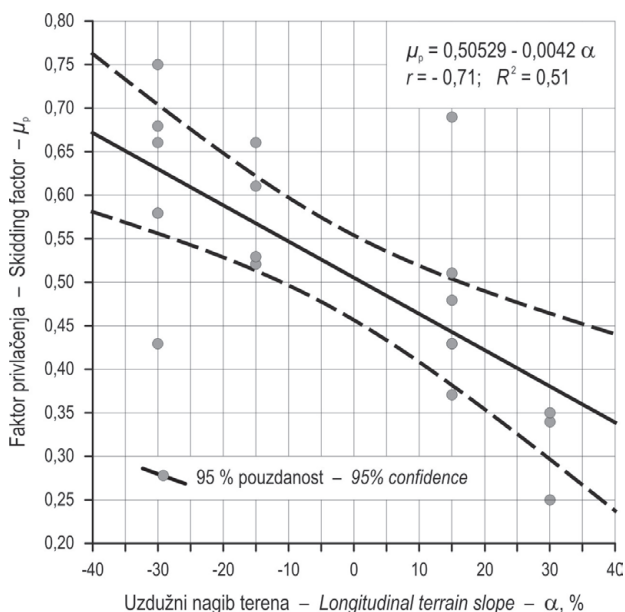
značajki privlačenoga tereta s faktorom raspodjele mase tereta posljedica su čvrste povezanosti mase, težine i obujma drva kao fizikalnih veličina zbog konstantne gustoće drva. Posebno valja istaknuti da rezultati korelacije nisu ukazali sa statističkom značajnošću očekivanu povezanost duljine privlačenoga tereta te nagiba terena i njegova smjera s faktorom raspodjele mase

tereta. Navedeno očekivanje nalazi potvrdu u jednostavnim spoznajama:

- ⇒ obujam (masa, težina) tereta privlačenoga obloga drva raste s porastom promjera i duljine obloga drva te broja komada vezane oblovinu u formiranom teretu, što dovodi do pada vrijednosti faktora raspodjele mase tereta porastom duljine privlačenoga tereta
- ⇒ porastom nagiba terena, ali i promjene smjera privlačenja drva (niz nagib i uz nagib) dolazi do rasta vertikalne sastavnice sile u užetu (Šušnjar 2005, Tomašić 2007), što u konačnici rezultira porastom faktora raspodjele mase tereta.

Na izostanak statistički značajne koreliranosti faktora raspodjele mase tereta i nagiba terena te duljine privlačenoga tereta utječe duljina tereta od 4 m (sortimentna metoda) i 8 m (duga oblovinu), koje su duljine obuhvaćene istraživanjem, ali i nevaloriziranje orijentacije vezanja tereta (deblji, odnosno tanji kraj). Sve se to odrazilo i na faktor determinacije ($R^2 = 0,26$) linearne ovisnosti faktora raspodjele tereta o masi privlačenoga drva (slika 4).

Faktor privlačenja statistički je značajno ($p < 0,05$) i vrlo dobro te obrnuto proporcionalno ($r = -0,71$), povezan isključivo s nagibom terena i sa smjerom privlačenja drva (tablica 3). Statistički značajna koreliranost značajki tereta (masa, duljina) s faktorom privlačenja drva izostaje zbog činjenice da su one već sadržane u njemu preko faktora raspodjele mase tereta. Ostvarenu kore-



Slika 5. Ovisnost faktora privlačenja o nagibu terena

Fig. 5 Skidding factor vs. terrain slope

laciju potvrđuju istraživanja vučnih značajki skidera (Šušnjar 2005, Tomašić 2007) u rastu horizontalne sastavnica sile u užetu s porastom nagiba terena pri privlačenju drva uz nagib, odnosno njezin pad pri porastu pada nagiba terena (privlačenje nizbrdo). Navedeno potvrđuju istraživanja Severa (1980), koji kod privlačenja drva skiderom Kockums 821 na ravnom terenu utvrđuje da ni jedan parametar tereta nije pokazao statističku značajnu povezanost s faktorom privlačenja. Linearna ovisnost faktora privlačenja o uzdužnom nagibu terena i smjeru privlačenja drva ($R^2 = 0,51$) prikazana je na slici 5.

4. Umjesto zaključka – *Instead of conclusion*

Poznavanjem utjecajnih čimbenika faktora raspodjele mase tereta i faktora privlačenja drva te dimenzijskih značajki skidera otvoren je put modeliranju kretnosti skidera radi određivanja njegova sigurnoga, učinkovitoga i okolišno prihvatljivoga područja rada s obzirom na nagib terena i smjer privlačenja drva, nosivost podloge, veličinu vučenoga tereta, uz poštivanje ograničenja iz prethodnih istraživanja:

- ⇒ rasterećenja prednje osovine vozila (Weise i Nick 2003)
- ⇒ preopterećenja stražnje osovine vozila (Horvat 1990)
- ⇒ graničnoga tereta prema uzdužnoj stabilnosti vozila (Sever 1980, Sever i Horvat 1985)
- ⇒ kutu bočne stabilnosti vozila (Sever 1980, Sever i Horvat 1985)
- ⇒ graničnoga nagiba terena pri kojem teret počinje gurati vozilo nizbrdo (Šušnjar i dr. 2010)
- ⇒ nosivosti guma kojima je vozilo opremljeno
- ⇒ graničnoga nagiba kretnosti vozila (Eichrodt i Heinemann 2001, Eichrodt 2003)
- ⇒ okolišne pogodnosti – nominalnoga tlaka vozila na podlogu (Mellgren 1980), odnosno najmanjega konusnoga indeksa tla (Wronsky i Humpreys 1994).

5. Literatura – *References*

Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanization in Croatian state forestry. *Croat. j. for. eng.*, 28(1): 63–82.

Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva Republike Hrvatske i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–300.

Eichrodt, A. W., 2003: Development of a spatial trafficability evaluation system. Dissertation, ETH, Zürich, str. 1–165.

Eichrodt, A. W., H. R. Heinemann, 2001: Mobility of Timber Harvesting Vehicles. Proceedings »Appalachian Hardwoods: Managing Change«, Council on Forest Engineering (COFE), July 15–18, 2001, Snowshoe, USA, str. 1–6.

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., 1990: Predviđanje vučnih karakteristika šumskog zglobnog traktora – skidera. *Meh. šumar.*, 15(7–8): 113–118.

Horvat, D., R. Spinelli, M. Šušnjar, 2005: Resistance Coefficients on Ground-based Winching of Timber. *Croat. j. for. eng.*, 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. *Croat. j. for. eng.*, 32(2): 75–88.

Lubello, D., 2008: A rule based SDSS for integrated forest harvesting planning. Dissertation, Università degli studi di Padova, Padova, Italia, str. 1–213.

MacDonald, A. J., 1999: Harvesting Systems and Equipment in British Columbia. *FERIC, Handbook No. HB-12*, str. 1–197.

Mellgren, P. G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. *Canadian Pulp and Paper Association*, str. 1–13.

Poršinsky, T., T. Pentek, A. Đuka, 2012: Opisna i namjenska klasifikacija terena za pridobivanje drva i otvaranje šuma. Studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–64.

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

Sever, S., Horvat, D., 1985: Šumski zglobni traktor snage oko 60 kW. Studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–187.

Sever, S., 1990: Skidder traction factors. *Journal of Forest Engineering*, 1(2): 15–23.

Sever, S., 1992: Šumarski strojevi. Tehnička enciklopedija, 12, Leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 519–531.

Suvinen, A., 2002: Terrain mobility model and determination of optimal off-road route. Department of forest resource management, University of Helsinki, Finland, Publications, 30: 1–33.

Suvinen, A., 2006: A GIS-based simulation model for terrain tractability. *Journal of Terramechanics*, 43(4): 427–449.

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

Šušnjar, M., D. Horvat, 2006: Dinamičko opterećenje kotača skidera pri privlačenju drva. Glas. šum. pokuse, posebno izd., 5: 601–616.

Šušnjar, M., A. Bosner, T. Poršinsky, 2010: Vučne značajke skidera pri privlačenju drva niz nagib. Nova meh. šumar., 31: 3–14.

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

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

Tomašić, Ž., M. Šušnjar, D. Horvat, Z. Pandur, 2009: Forces Affecting Timber Skidding. Croat. j. for. eng., 30(2): 127–139.

Weise, G., L. Nick, 2003: Determining the performance and the environmental impact of forest machines – Classification numbers and performance diagrams. Proceedings of Austro 2003 – High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, October 5–9, 2003, Schlägl, Austria, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna, CD-ROM, str. 1–10.

Wronski, E. B., N. Humphreys, 1994: A method for evaluating the cumulative impact of ground-based logging systems on soils. Journal of Forest Engineering, 5(2): 9–20.

Abstract

Determination of Load Mass Distribution and Skidding Factors

Axle load distribution has a great influence on skidder mobility during timber extraction on sloped terrain. Axle load distribution is affected by: 1) dimension parameters (skidder weight, center of gravity position and placement of horizontal rollers), 2) orientation and slope of terrain, 3) load characteristics and 4) factors of load distribution and skidding.

This paper investigates the impact of terrain slope and orientation (direction of transport) as well as load characteristics (described through: mass, weight, volume, area of lateral cut, length, number of loaded pieces) on factors of load distribution and skidding of skidder Ecotrac 120V.

Statistically significant correlation coefficients have shown as follows: 1) load distribution factor is inversely proportional to mass, weight and volume of transported timber ($r = -0.51$), 2) skidding factor is negatively correlated only with terrain orientation (transport direction) and slope ($r = -0.71$). From this regression analysis, a clear dependence was observed of load distribution factor on load mass, as well as of skidding factor on terrain slope and orientation.

Knowing the dimensions of the skidder Ecotrac 120V, the paths was open to modeling the mobility of the investigated skidder with the aim of defining its safe, efficient and environmentally sound working range considering terrain slope and orientation, soil strength and varying load.

Keywords: load distribution factor, timber extraction factor, skidder's mobility.

Adresa autorâ – Authors' addresses:

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

Primljeno (Received): 5. 9. 2012.

Prihvaćeno (Accepted): 29. 11. 2012.

Umjeravanje prijenosne mjerne platforme za mjerenje osovinskoga opterećenja vozila

Marko Zorić, Dubravko Horvat, Zdravko Pandur, Stjepan Nikolić

Nacrtak – Abstract

U radu je istražena prijenosna mjerna platforma, novi sustav za mjerenje osovinskoga opterećenja šumskih kamiona i ostalih vozila. Razvoj ovoga sustava potaknut je sve većom potražnjom za šumskom biomasom za energiju te potrebom za što preciznijim i jednostavnijim načinom za određivanje proizvedenih količina ponajprije neusitnjenoga drva, a zatim nakon prirodnoga prosušivanja i usitnjenoga drva za energiju. Ovakav je sustav prijeko potreban radi normiranja šumskih radova primarnoga transporta te radi izrade planova proizvodnje. Mjerna se platforma sastoji od četiriju mjernih pretvornika postavljenih u kutovima. Mjerni pretvornici mjere pojedinačno opterećenje do 30 tona. Vaga je umjeravana pomoću atestiranih utega od 500 kg. Prilikom provođenja testova opterećenja i rasterećenja zabilježene su pogreške mjerenja koje su iznosile od –2 kg do 20 kg. Sve su pogreške u okviru prihvatljivih vrijednosti za praktičnu uporabu mjerne platforme. Zbog svoje robusne konstrukcije mjerna platforma zadovoljava potrebe za terenskim mjerenjem osovinskoga opterećenja u šumarstvu.

Ključne riječi: prijenosna mjerna platforma, forvarder, osovinsko opterećenje

1. Uvod – Introduction

U novije vrijeme šumska biomasa kao proizvod ima sve veće značenje u pridobivanju drva. Ona je prema članku 3. Zakona o energiji (NN 68/01, 177/04, 76/07, 152/08, 127/10) definirana kao obnovljiv izvor energije. Stoga povećanjem njezine iskorištenosti povećava se udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetske bilanci prema smjernicama Europske unije (Direktiva 2001/77/EC). Nadalje, sustavna upotreba šumske biomase za proizvodnju toplinske i električne energije u suvremenim postrojenjima rezultira novim radnim mjestima u energetskom sektoru i u lancu proizvodnje i dobave drvnoga iverja, što je posebno značajno za ruralna područja u kojima se obavlja glavna radova (Zečić i dr. 2011). Bura (1987) navodi 1978. godinu kao prijelomnu godinu u upotrebi šumske biomase za energiju. Te godine na međunarodnoj razini počinju istraživanja u tri glavna smjera: uzgajanje brzorastućih vrsta drveća namijenjenih isključivo energetici, tehnologija sječe, priprema i usitnjavanje drveta i konverzija biomase u tekuće gorivo. U Hrvatskoj se proizvodnja drvnoga iverja u sustavu pridobivanja

drva prvi put istražuje 1983. godine u sječinama SŠGO »Slavonska šuma« (Slabak 1987). Tokom ratnih godina prestaje proizvodnja šumske biomase za energiju. Osniavanjem tvrtke »Šumska biomasa« d.o.o. 2007. godine počinje polako, ali sigurno ponovni razvoj domaće proizvodnje šumske biomase za energiju, a sve radi poticanja razvoja domaćega tržišta za šumsku biomasu (Bosner i dr. 2008). Razvojem domaće proizvodnje, ali i potražnjom za šumskom biomasom iz inozemstva, te nedostatkom odgovarajućega načina određivanja količine proizvedenoga drvnoga iverja javlja se potreba za razvojem mjernoga sustava pomoću kojega bi se na jednostavan i praktičan način mogla odrediti količina šumske biomase koja se najprije izvozi na pomoćno stovarište, a zatim se usitnjeno drvo, iverje, otprema kupcu. Potreba za dvostrukim mjerenjem javlja se u sustavu proizvodnje prikazanim na slici 1. Danas se za pridobivanje energijskoga drva u nizinskim šumama koriste dva sustava proizvodnje. U prvom sustavu primjenom sortimentne metode iz srušenih se stabala izrađuju tehnički sortimenti i višemetarsko ogrjevno drvo, jednometarsko ogrjevno drvo u samoizradi, a ostatak tanji od 7 cm



Slika 1. Sustav proizvodnje šumske biomase za energiju

Fig 1. Forest biomass production system

služi za proizvodnju energijskoga drva. U drugom se sustavu, također primjenom sortimentne metode, iz srušenih stabala izrađuju trupci, dok se višemetarsko ogrjevno drvo i krošnje, koje se trupe s nekoliko rezo-va radi pojednostavljenja utovara dizalicom i poboljšanja iskoristivosti tovarnoga prostora forvar-

dera, koriste za proizvodnju energijskoga drva. Prilikom primarnoga transporta drva forvarderima (slika 1A) sortimenti u tovarnom prostoru, zbog svoje zakrivljenosti i dimenzija, značajno odstupaju od pravilnoga oblika prizme na kojem su zasnovani prethodno spomenuti teorijski modeli. Takva je pojava osobito izražena prilikom izvoženja krošnji, koje zbog svojih nepravilnih oblika, male mase i često prevelikih duljina još više otežavaju određivanje točke težišta. Nakon izvoženja krošanja iz sastojine neusitnjeno se drvo ostavlja na pomoćnom stovarištu radi prirodnoga prosušivanja (slika 1B). Kako se prosušivanjem smanjuje vlaga u drvu, smanjuje se i masa drva. Zbog toga je potrebno nakon iveranja (slika 1C) ponovno izmjeriti masu drvnoga iverja kako bi se mogla utvrditi proizvedena količina.

Osim za potrebe određivanja proizvedene količine šumske biomase mjerenje je potrebno još iz triju razloga:

- ⇒ uspostavljanje sustava normiranja izvoženja šumske biomase za energiju forvarderima radi utvrđivanja proizvodnosti, odnosno troškova ove sastavnice proizvodnje
- ⇒ prikupljanje podataka o količini šumske biomase za energiju, potrebne za izradu planova proizvodnje (Bosner i dr. 2008)
- ⇒ kako bi se na temelju proizvedenih količina šumske biomase za energiju mogli razdužiti planovi proizvodnje.

2. Problematika i cilj istraživanja – *Scope and objectives*

Za određivanje osovinskoga opterećenja razvijeno je nekoliko teorijskih pristupa. Tako Saarilahti (2002) za potrebe izračuna faktora kretnosti vozila predstavlja jednostavan model za procjenu osovinskoga opterećenja forvardera u mirovanju na osnovi dimenzija vozila, težine prednjega i stražnjega dijela te udaljenosti težišta od prednje odnosno od stražnje osovine. Poršinsky i Horvat (2005) prilikom upotrebe indeksa kotača za procjenu okolišne pogodnosti vozila za privlačenje drva također uspostavljaju teorijski model raspodjele osovinskoga opterećenja, također za slučaj vozila u mirovanju, na ravnoj podlozi, pri čemu pretpostavljaju da je teret pravilna prizma određene mase i utovarne duljine bez šupljina između natovarenoga drva. Oba ta navedena pristupa zasnivaju se na izmjeri osovinskoga opterećenja nenatovarenih forvardera, ali i na poznavanju podataka o udaljenosti točke težišta od prednje i stražnje osovine praznoga vozila, što je teško mjerljiv parametar (Bosner i dr. 2008). Poršinsky (2005)



Slika 2. Sustav prijenosnih vaga WLS 101/R2K

Fig 2. WLS 101/R2K portable scale system

smatra da je teorijska nosivost forvardera određena njegovim tehničkim karakteristikama samoga vozila, dok praktičnu nosivost određuju terenski čimbenici (stanje podloge, nagib terena, površinske prepreke), koji najčešće smanjuju teorijsku nosivost forvardera.

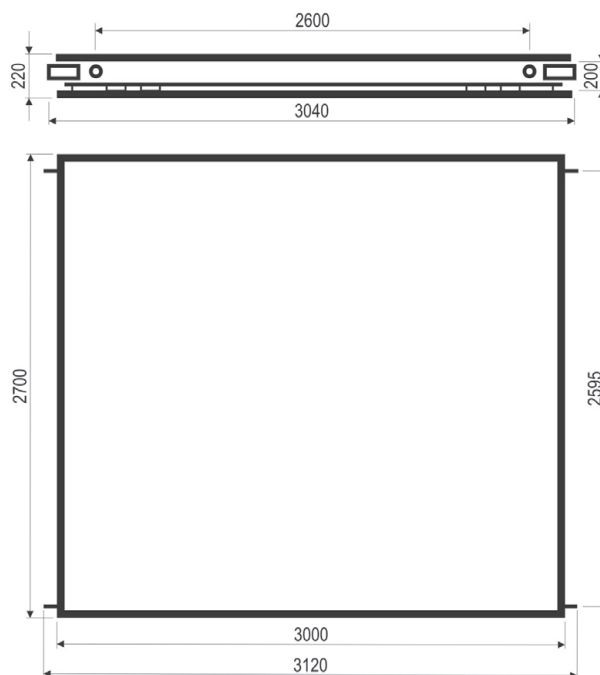
Bosner i dr. (2008) opisuju razvoj i umjeravanje jedne vrste prijenosnoga sustava za mjerenje osovinskoga opterećenja (slika 2). Mjerenje su proveli na trima serijama mjerenja, gdje su istraživali utjecaj podloge na izmjeru osovinskoga opterećenja, zatim utjecaj pet različitih vrsta tovara na točnost mjerenja te utjecaj horizontalnosti osovina forvardera na izmjeru osovinskoga opterećenja. U zadnjoj seriji mjerena je jedna vrsta tovara, ali su vage bile postavljene u metalni okvir radi lakšega i točnijega postavljanja kotača vozila na mjernu površinu vaga. Nakon provedenoga istraživanja autori su zaključili da neravna podloga utječe na preciznost mjerenja. Najmanja odstupanja mjerenja mase, s obzirom na kontrolno mjerenje kolnom vagom, postiže se kad se vage postave u metalni okvir, prilikom čega je zabilježeno najveće odstupanje od 2,46 %, što autori smatraju prihvatljivim za operativnu upotrebu, s napomenom da je potrebno voditi računa o pravilnom postupku mjerenja i točnom postavljanju kotača vozila na mjernu površinu vaga, što značajno utječe na preciznost mjerenja.

Cilj je ovoga istraživanja umjeravanje novoga prijenosnoga mjernoga sustava kojim će se mjeriti osovinsko opterećenje forvardera prilikom izvoženja drvnih sortimenata i neusitnjenoga drva za energiju te osovinsko opterećenje kamiona za prijevoz višemetarskoga ogrjevnoga drva i prijevoz drvnoga iverja.

3. Objekt, mjesto i metode istraživanja – Object, place and methods of research

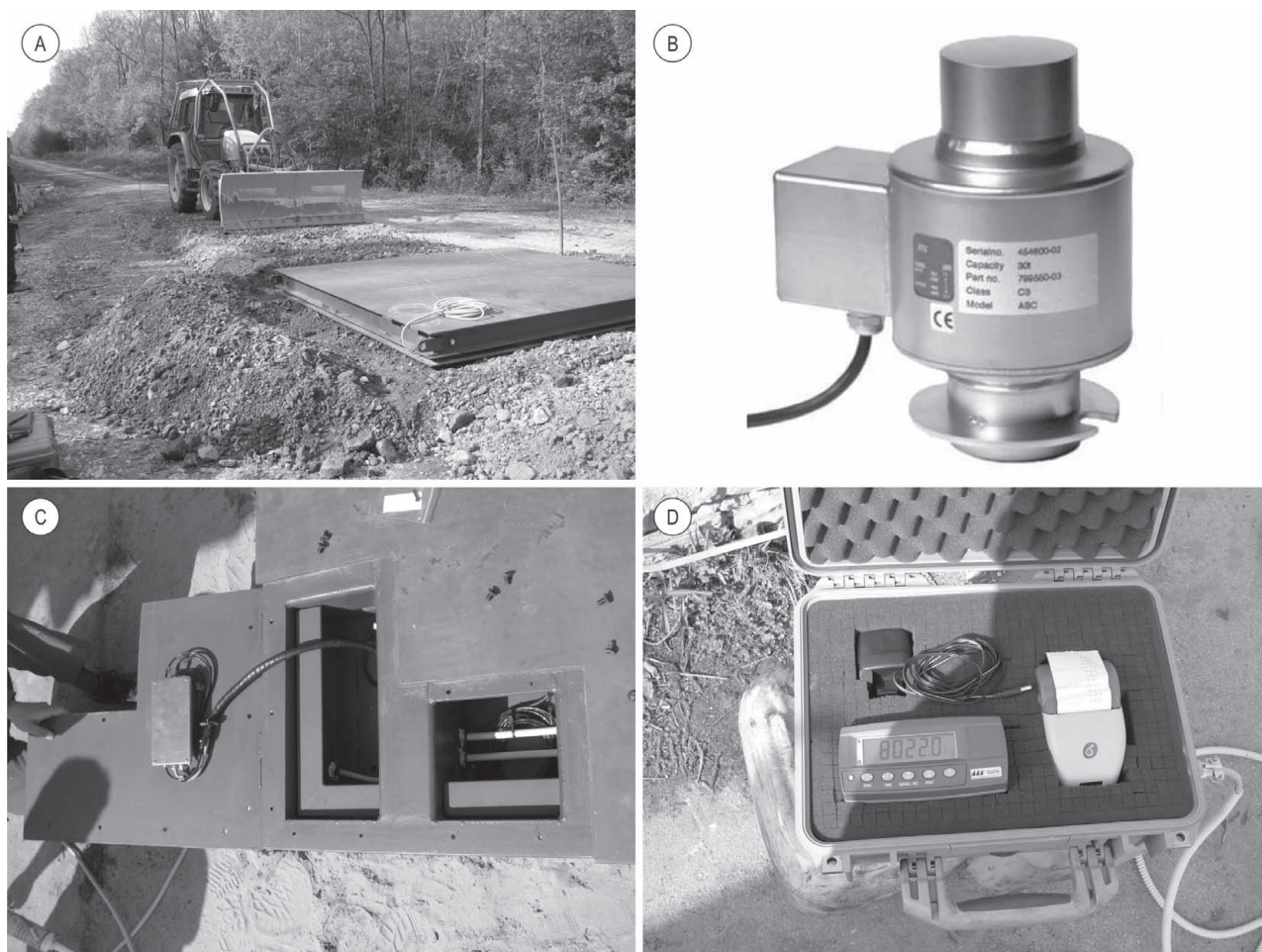
Prijenosna mjerna platforma (slika 4A) sastavljena je u radionici RJ »Šumatrans«, UŠP Vinkovci. Osnovna je namjena ove mjerne platforme mjerenje osovinskoga opterećenja tijekom izvoženja šumske biomase forvarderom kako bi se utvrdila količina proizvedene šumske biomase za energiju. Dimenzije su mjerne platforme 3000 × 2700 mm (slika 3). Navedene dimenzije pojednostavljaju mjerenje jer omogućuju postavljanje bogi osovine forvardera, odnosno prilikom mjerenja osovinskoga opterećenja kamionskih skupova omogućuju postavljanje svih kotača udvojenih osovina i kotača kamiona ili poluprikolice.

Platforma je sastavljena od dviju čeličnih ploča unutar koje su postavljena četiri senzora odnosno mjerna pretvornika modela ASC (slika 4B), proizvođača Vishay, koji mjere masu na elektro-mehaničkom principu. Mjerni pretvornici ovoga modela napravljeni su od nehrđajućega čelika, a zavarena konstrukcija omogućuje uporabu i u nepovoljnim uvjetima kakvi vladaju u šumi. Pri mjerenju su korišteni mjerni pretvornici maksimalnoga pojedinačnoga opterećenja od 30 tona. Svi su mjerni pretvornici paralelno spojeni na sabirnicu (slika 4C) istoga proizvođača. Sabirna je kutija povezana s prijenosnim terenskim računalom



Slika 3. Dimenzije prijenosne mjerne platforme (mm)

Fig 3. Dimensions of portable measuring platform (mm)



Slika 4. Prijenosna mjerna platforma i njezini sastavni dijelovi

Fig 4. Portable measuring platform and its components

Tablica 1. Test opterećenja na cijeloj površini platforme

Table 1 Platform loading test

Teret Load	Pokazi vage Scale display	Greška Error	
kg		kg	%
1000	1004	4	0,40
2000	2000	0	0,00
3000	2998	-2	-0,07
4000	4000	0	0,00
5000	4998	-2	-0,04
6000	5998	-2	-0,03
7000	6998	-2	-0,03
8000	8000	0	0,00
9000	9002	2	0,02
10 000	10 002	2	0,02

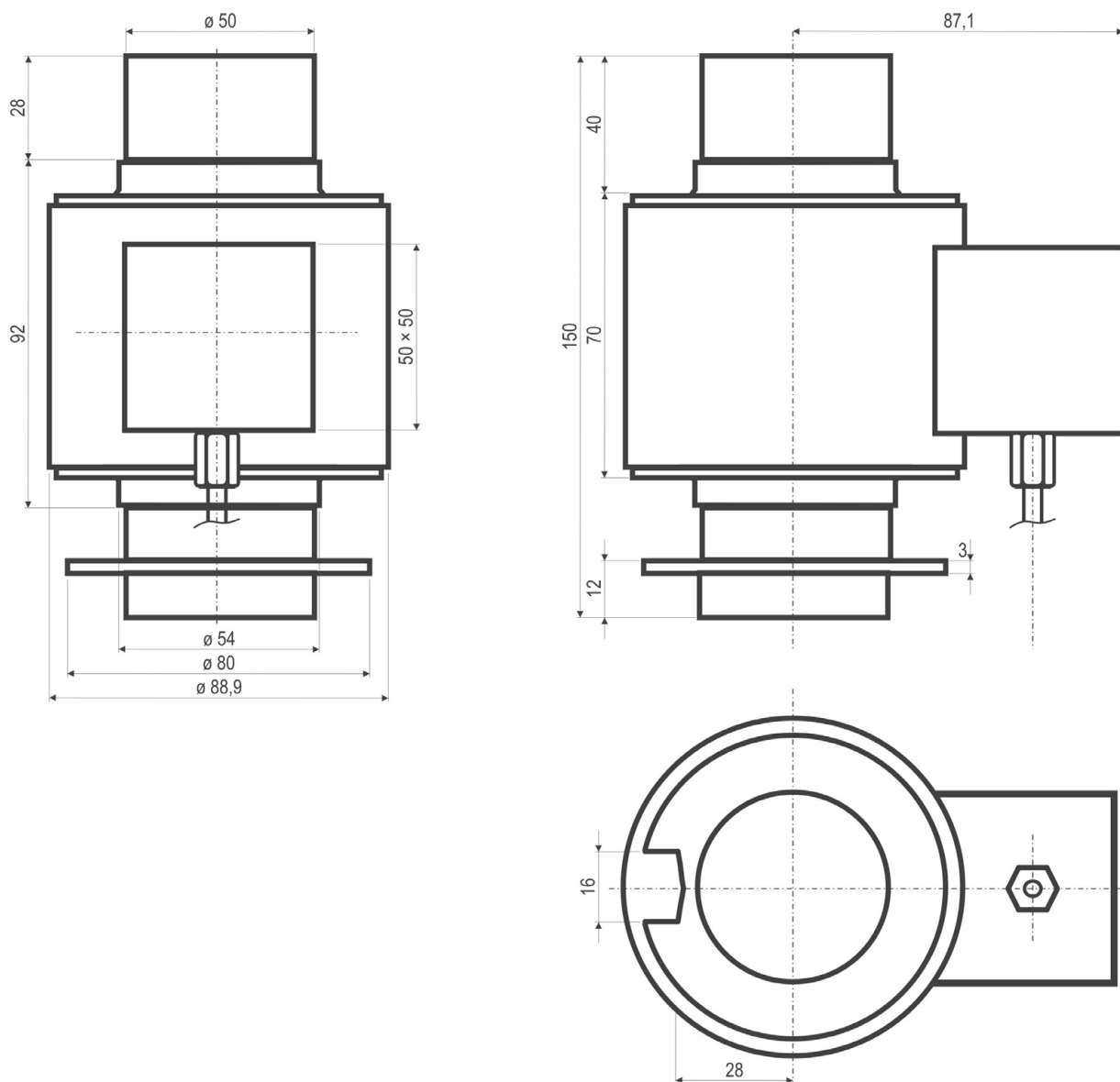
(slika 4D). Takva mjerna platforma ima mogućnost mjerenja mase s preciznošću od 2, 10, 20 kg.

Dimenzije mjernoga pretvornika prikazane su na slici 5. Najveći vodoravni pomak, kod kojega će mjerni pretvornik još uvijek pouzdano mjeriti, iznosi $D = 18,5$ mm, odnosno pouzdano će raditi do promjene kuta od $\alpha = 7^\circ$ (slika 6).

Izvedba mjerne platforme s uporabom mjernih pretvornika s mogućnošću otklona potrebna je zbog nailaska opterećenih kotača kamionskih skupova zbog čega dolazi do njihova naprezanja zbog pomaka gornje ploče platforme u vodoravnom smjeru.

4. Rezultati – Results

Nakon sastavljanja mjerne platforme u radionici RJ »Šumatrans« vaga je umjeravana na temelju više testova (slika 7). Pri umjeravanju su korišteni atestirani utezi pojedinačne mase od 500 kg.

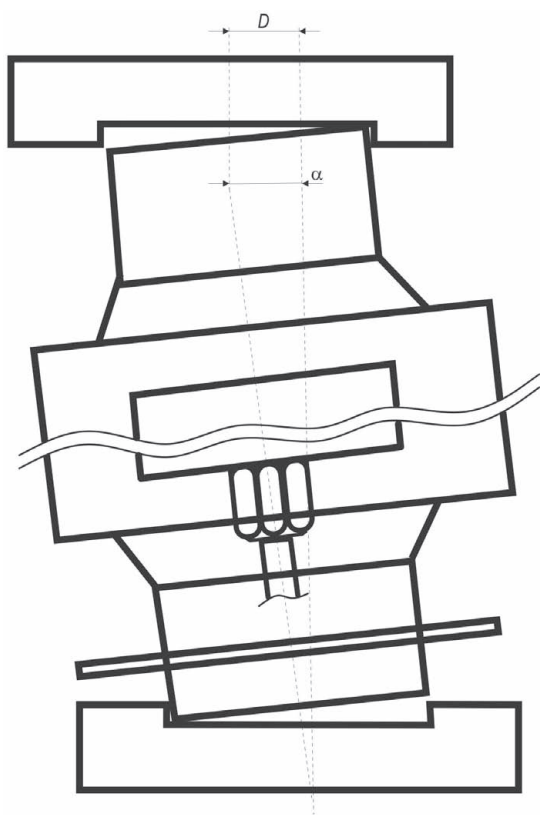
**Slika 5.** Dimenzije mjernoga pretvornika**Fig 5.** Dimensions of a load cell**Tablica 2.** Test opterećenja na kutovima mjerne platforme**Table 2** Test of corner loading

Teret Load	Pokazi vage Scale display	Greška Error	
kg		kg	%
8000	8008	8	0,10
	8022	22	0,28
	8016	16	0,20
	8008	8	0,10

U tablici 1 prikazani su rezultati umjeravanja mjerne platforme pri postupnom povećanju opterećenja do 10 tona. Uočene razlike s obzirom na izmjerene vrijednosti mjernom platformom zanemarive su jer se kreću u rasponu od –2 kg do 4 kg.

Također je ispitana preciznost mjerenja na kutovima mjerne platforme s opterećenjem od 8 tona (tablica 2). Izmjerene su veće vrijednosti (od 8 kg do 22 kg) koje pokazuju grešku mjerenja od 0,1 % do 0,275 %.

Pri rasterećenju mjerne platforme, prikazanom u tablici 3, zabilježene su veće vrijednosti greške mjerenja te



Slika 6. Prikaz najvećega otklona mjernoga pretvornika $D = 18,5 \text{ mm}$, $\alpha = 7^\circ$

Fig 6. Maximum side deflection of load cell $D = 18.5 \text{ mm}$, $\alpha = 7^\circ$

je naposljetku nakon potpunoga rasterećenja zaostala mjerna vrijednost od 20 kg.

Nakon potpunoga rasterećenja mjerne platforme uočeno je zaostajanje mjerne vrijednosti od 20 kg. Također je isto zaostajanje uočeno pri testu završnoga umjeravanja mjerne platforme (tablica 4), u prvom

Tablica 3. Test rasterećenja mjerne platforme

Table 3 Test of platform unloading

Teret Load	Pokazi vage Scale display	Greška Error	
kg		kg	%
7000	7016	16	0,23
6000	6018	18	0,30
5000	5018	18	0,36
3000	3020	20	0,67
2000	2020	20	1,00
1000	1018	18	1,80
0	20	20	–



Slika 7. Umjeravanje mjerne platforme

Fig 7. Calibration of measuring platform

redu nakon opterećenja mjerne platforma s masom većom od 19 tona. Navedenu pojavu Hoffman (1989) naziva »elastic after-effect« te objašnjava da ovisno o materijalu u kojem se mjeri, mjerni pretvornik bilježi zaostali iznos naprezanja (djelovanja sile) u kraćem razdoblju nakon opterećenja.

Zabilježeno zaostajanje mjerne vrijednosti od 20 kg nastalo je pri masi tereta od 19 tona te se dalje prenosilo pri mjerenju s većom masom tereta. Ako želimo točne vrijednosti izmjere, potrebno je nakon svakoga opterećivanja masom većom od 19 tona rasteretiti mjernu platformu na nekoliko minuta. U suprotnom možemo računati na najveću grešku mjerenja od 0,11 %.

Na kraju umjeravanja izmjeren je progib gornje ploče mjerne platforme (tablica 5) kako bi se utvrdila ispravnost materijala i izvedba konstrukcije. Progib je platforme mjeren pomoću pomične mjerke na kutovima i na sredini stranica.

5. Zaključci – Conclusions

Izmjerene greške pri umjeravanju mjerne platforme u granicama su vrijednosti koje su prihvatljive za praktičnu uporabu mjerne platforme. Zaostajanje vrijednosti od 20 kg, koje se pojavljuje pri mjerenju mase iznad 19 tona, također ne predstavlja značajnu grešku prilikom mjerenja.

Istraživana mjerna platforma povoljna je za terenska mjerenja u šumarstvu zbog jednostavnosti, čelične konstrukcije i dimenzija koje omogućuju postavljanje bogi osovine forvardera ili udvojene osovine kamiona na mjernu površinu, što doprinosi manjem ometanju proizvodnoga ciklusa. Nadalje, zbog svoje konstruk-

Tablica 4. Završno testiranje opterećenja platforme**Table 4** Final load testing

Teret <i>Load</i>	Pokazi vage <i>Scale display</i>	Greška <i>Error</i>	
kg		kg	%
1000	1000	0	0,00
2000	2000	0	0,00
3000	3000	0	0,00
4000	4000	0	0,00
5000	5000	0	0,00
6000	6000	0	0,00
7000	7000	0	0,00
8000	8000	0	0,00
9000	9000	0	0,00
10 000	10 000	0	0,00
11 000	11 000	0	0,00
12 000	12 000	0	0,00
13 000	13 000	0	0,00
14 000	14 000	0	0,00
15 000	15 000	0	0,00
16 000	16 000	0	0,00
17 000	17 000	0	0,00
18 000	18 000	0	0,00
19 000	19 020	20	0,11
20 000	20 020	20	0,10
21 000	21 020	20	0,10
22 000	22 020	20	0,09
23 000	23 020	20	0,09
24 000	24 020	20	0,08
25 000	25 020	20	0,08
26 000	26 020	20	0,08
27 000	27 020	20	0,07
28 000	28 020	20	0,07
29 000	29 020	20	0,07
30 000	30 020	20	0,07

cije i načina spajanja mjernih pretvornika sa sabirnicom položaj kotača nema utjecaja na odstupanja prilikom mjerenja osovinskoga opterećenja.

Loša je strana ovakve konstrukcije mjerne platforme što se za njezinu uporabu radilište mora dodatno pripremiti tako da se izgradi prilazna i silazna rampa ili da se mjerna platforma ukopa u posteljicu ceste kako bi se forvarder ili kamion kojemu se mjeri osovins-

Tablica 5. Mjerenje progiba platforme**Table 5** Measurement of platform deflection

Mjesto mjerenja <i>Measuring place</i>	Platforma pod opterećenjem, mm <i>Loaded platform, mm</i>	Prazna platforma, mm <i>Unloaded platform, mm</i>	Progib, mm <i>Deflection, mm</i>
kut B angle B	34,0	35	1
stranica A–B side A-B	28,5	29	0,5
kut A angle A	33	34	1
stranica D–A side D-A	37	42	5
kut D angle D	33	37	4
stranica C–D side C-D	27	31	4
kut C angle C	31	36	5
stranica B–C side B-C	37	42	5

sko opterećenje postavili u horizontalu, a sve s ciljem da se zbog nagiba izbjegne prebacivanje mase s jedne osovine na drugu.

6. Literatura – References

Anon. 2001: Directive 2001/77/EC of European parliament and the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. Official Journal of the European Communities, 283 str.

Bosner, A, S. Nikolić, Z. Pandur, D. Benić, 2008: Razvoj i umjeravanje prijenosnog sustava za mjerenja osovinskih opterećenja vozila – mjerenja na forvarderu. Nova meh. šumar., 29: 1–15.

Bura, D., 1987: Problemi energetike u SFR Jugoslaviji i korišćenje biomase. U: D. Bura, Korišćenje šumske biomase za energetiku – Mogućnosti proizvodnje i korišćenja u SFR Jugoslaviji. Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd, str. 5–46.

Hoffmann, K., 1989: An introduction to measurement using strain gages. Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Germany, 1–291.

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

Poršinsky, T., D. Horvat, 2005: Indeks kotača kao parametar procjene okolišne prihvatljivosti vozila za privlačenje drva. Nova meh. šumar., 26: 25–38.

Saarilahti, M., 2002: Soil interaction model. Project deliverable D2 (Work package No. 1) of Development of a Protocol for Ecoefficient Wood Harvesting on Sensitive Sites (ECO-WOOD). EU 5th Framework project (Quality of Life and Management of Living Resources) Contract No. QLK5-1999-00991 (1999–2002), 87 str.

Slabak, M., 1987: Rezultati primjene iverača u nizinskoj proredi. U: D. Bura, Korišćenje šumske biomase za energetiku – Mogućnosti proizvodnje i korišćenja u SFR Jugoslaviji. Ju-

goslavenski poljoprivredno-šumarski centar, Beograd, str. 5–46.

Zečić Ž., D. Vusić, Z. Štimac, M. Cvekan, A. Šimić, 2011: Biomasa nadzemnog dijela stable obične jele, eurposkog ariša i crnog bora. Croat. j. for. Eng., 32(1): 369–377.

* Zakon o energiji, Narodne novine, br. 68/01, 177/04, 76/07, 152/08, 127/10.

www.vishay.com

Abstract

Calibration of Portable Measuring Platform for Vehicle Axle Load Measurement

This paper explores a new measuring system for measuring axle load of forest trucks and other vehicles – portable measuring platform. The development of this system was induced by the increasing demand for wood biomass for energy, and by the need to find the most precise and simple method for the assessment of produced quantities of fresh unchipped energy wood, dried out unchipped wood and finally chipped energy wood. Furthermore, this system is highly necessary for calculating productivity norms for primary wood transport and for creating productivity plans. The measuring platform consists of four loading cells, placed in the corners of the platform. Each loading cell can measure up to 30 tons. The portable measuring platform is calibrated with the use of 500 kg certified weights. During calibration, errors were observed ranging from –2 kg to 20 kg. All observed errors are within acceptable limits for practical use of the measuring platform. Due to its robust construction, the measuring platform is suitable for field measurement of axle loads in forestry operations.

Keywords: portable measuring platform, forwarder, axle load

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Marko Zorić, mag. ing. silv.
e-pošta: mzoric@sumfak.hr
Prof. dr. sc. Dubravko Horvat
e-pošta: dhorvat@sumfak.hr
Zdravko Pandur, dipl. inž. šum
e-pošta: zpandur@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10 000 Zagreb

Stjepan Nikolić, dipl. inž. šum
e-pošta: stjepan.nikolic@hrsume.hr
»Hrvatske šume« d.o.o Zagreb
Uprava šuma Podružnica Vinkovci
Trg bana Josipa Šokčevića 20
HR – 32 100 Vinkovci

Primljeno (Received): 22. 6. 2012.

Prihvaćeno (Accepted): 29. 11. 2012.

Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj

Željko Tomašić

Nacrtač – Abstract

Na razvoj tehnologije i strojeva u pridobivanju drva u Republici Hrvatskoj osobito utječu čimbenici vezani uz posebnosti u načinu gospodarenja šumama. Iznimno važna značajka našega šumskoga pokrivača jest visok udio prirodnih šuma u ukupnoj šumskoj površini, što predmnijeva i veću zahtjevnost te složenost postupaka njihove obnove i njege. Sječa i izradba drva nije visoko mehanizirana, već se uglavnom primjenjuje ručno-strojna metoda (motorne pile). Privlačenje je drva većinom mehanizirano, a izbor strojeva i metoda privlačenja najviše ovise o načinu gospodarenja, vrstama sječe, nagnutosti terena i terenskim preprekama. Kod oplodnih sječa u ravničnim predjelima drvo se najčešće izvozi forvarderima, dok se kod proreda u nizinama drvo izvozi traktorskim ekipažama, a ponegdje se i privlači po tlu adaptiranim poljoprivrednim traktorima s vitlima i malim prorednim skiderima. U takvim se uvjetima primjenjuje sortimentna metoda sječe i izradbe. Na nagnutim terenima drvo se u oplodnim i selektivnim sječama (prebor), gdje se u većini slučajeva primjenjuje (polu)deblovna metoda sječe i izradbe, privlači srednjim i teškim skiderima. U prorednim se sječama na nagnutim terenima za privlačenje koriste proredni skideri, ali i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlima te prilagođeni žično-transportni sustavi u njihovoj kombinaciji (minižičare). Pri tome je važno napomenuti da se u oplodnim sječama na nagnutim terenima (polu)deblovna metoda pri sječi i izradbi drva i skideri za privlačenje gotovo isključivo primjenjuju zbog nemogućnosti uporabe forvardera u takvim uvjetima. Isti je uzrok i zašto se u proredama na nagnutim terenima rabe skideri i AP traktori umjesto traktorskih ekipaža, iako se primjenjuje sortimentna metoda u sječi. Daljinski se transport gotovo u potpunosti obavlja kamionskim prijevoznim jedinicama čije glavno ograničenje predstavlja zakonska regulativa dopuštenoga opterećenja prometnica.

Ključne riječi: posebnosti gospodarenja, razvoj strojeva, tehnološki razvoj, sječa i izradba drva, privlačenje, daljinski transport

1. Uvod – Introduction

Razvoj tehničke sastavnice hrvatskoga šumarstva, kao i ostalih, započinje prije gotovo dva i pol stoljeća s razvojem šumarstva kao struke, odnosno ustrojem prvih organiziranih oblika šumarske službe na području današnje Hrvatske (Matić 2011). Poseban pečat tomu razvoju daje uvođenje mehaniziranih sredstava u gospodarenje šumama 50-ih godina prošloga stoljeća kada su u sječi i izradbi uporabljene prve motorne pile kojima su rukovala dvojica radnika (one su se tada

pokazale neprikladne za rad pa su u samo tri godine potpuno uklonjene iz proizvodnje). Tek desetljeće poslije (1960–1961) nastupio je drugi pokušaj mehaniziranja sječe i izradbe motornim pilama (kojima radi jedan radnik), s tim da je ovaj put uspješno proveden te traje sve do današnjih dana, samo se u proizvodnju uvode poboljšane i suvremenije inačice tih strojeva. Također su vrlo značajne i sedamdesete godine prošloga stoljeća kada su uporabljeni prvi specijalizirani šumski strojevi za privlačenje drva (Bedžula i Slabak 1974).

Prije nego što su uvedena na naše prostore, spomenuta tehnička sredstva bila su razvijana u skladu s uvjetima rada i svekolikom situacijom u zemljama gdje su nastajala, a pretežno su bila prilagođena posebnoj namjeni za rad u šumarstvu tih zemalja. Nakon uvođenja u naše šumarstvo ta su se tehnička sredstva i metode pridobivanja drva postupno počeli prilagođavati ovdašnjim uvjetima gospodarenja, podneblja i terenskih prilika u smislu njihove daljnje specijalizacije, najčešće brojnim tehničkim prilagodbama »uvezenih« strojeva, ali i razvojem domaćih, izvornih rješenja.

Danas se vrhunska tehnika namijenjena za rad u šumarstvu općenito sve više specijalizira te je i sam izbor za određenu namjenu i uvjete rada znatno olakšan. Međutim, uvođenjem nove tehnike najčešće rastu sve cijene koje ovodobno poslovanje u šumarstvu naših prostora sve manje može pratiti. Kako bi se izbjegli ili umanjili nepovoljni učinci porasta ulaznih troškova proizvodnje zbog nemaloga porasta cijena proizvodnih sredstava, u traženju izlaza hrvatsko šumarsko inženjerstvo opredijelilo se za mogućnosti sadržane u vlastitom znanju, kadrovima, inovacijama, razvojnim poboljšanjima te potencijalima domaćih proizvođača. Ekonomska računica, osim samih cijena strojeva koji se na ovaj način »rađaju« u Hrvatskoj, mora obuhvatiti i ukupnost učinka domaćega proizvoda i njegove dodane vrijednosti.

Cjelokupni dosadašnji razvoj šumarske tehnologije i tehničke sastavnice u hrvatskom šumarstvu odvijao se u uskoj sprezi strukovne znanosti, operative i poduzetnika te pod okriljem nadležnih državnih institucija.

2. Posebnosti hrvatskih šuma i šumarstva kao utjecajni čimbenici razvoja tehnologije i mehaniziranih sredstava u pridobivanju drva – *Specific features of forests and forestry in Croatia as factors affecting the development of machinery and wood harvesting technology*

Temeljna je posebnost šumskoga fonda Republike Hrvatske visok udio zastupljenosti tzv. prirodnih šuma u odnosu na njihovu ukupnu površinu, što ju svrstava u sam vrh zemalja Europe. Za prirodne šume u Hrvatskoj, osim njihova podrijetla, odnosno načina obnove, glavno je obilježje pojavnost klimatogenih šumskih biljnih zajednica s autohtonim vrstama drveća koje se nalaze u tzv. zadnjem stadiju progresivne sukcesije. Takve šumske sastojine imaju optimalnu strukturu i postižu najveće općekorisne i gospodarske vrijednosti,

a razvijaju se na staništima oblikovanim u ovisnosti o lokalnim uvjetima podneblja, pedološkim, orografskim i biotskim prilikama (Matić 2009).

Sljedeća značajna posebnost šumskih sastojina u Republici Hrvatskoj jest činjenica da se ovdje na razmjerno malom prostoru izmjenjuje velika neujednačenost prirodnih uvjeta (razvedenost i visinska slojevitost, vrste tla, vodotoci, klimatske i meteorološke prilike i značajke, vegetacijski pokrov i dr.) kao skup najrazličitijih ekoloških čimbenika koji izravno i neizravno utječu na stvaranje brojnih prirodnih staništa šumskih sastojina i drugih životnih zajednica.

Prema načinu gospodarenja šume u Republici Hrvatskoj dijele se na jednodobne (regularne) i raznodobne (preborne), a prema načinu postanka dijele se na šume visokoga (sjemenjače) i niskoga uzgojnoga oblika (panjače), degradirane oblike šumskih sastojina (šikare, šibljaci, makije, garizi) te kulture i plantaže. Zemljopisni položaj uvjetuje podjelu šuma u Republici Hrvatskoj na kontinentalne šume i šume na kršu (koje su pretežito smještene uz sredozemni pojas uz Jadransko more i u njegovu zaleđu, ali i u dijelovima unutrašnjosti, poput onih u Lici, a obilježava ih njihov sastav s degradiranim oblicima šumskih sastojina). S obzirom na namjenu šume se u Republici Hrvatskoj dijele na gospodarske, zaštitne i šume s posebnom namjenom.

Jedna od posebnosti hrvatskih šuma i šumarstva kao utjecajni čimbenik na razvoj tehničkih sredstava za pridobivanje drva, koju treba također spomenuti, a koja nije ništa manje važna od navedenih posebnosti, odnosi se na omjer šumovlasništva: državno i privatno. Vlasnička struktura šuma i šumskoga zemljišta od završetka Drugoga svjetskoga rata pa sve do danas zadržala se više ili manje nepromijenjenom, s odnosom oko 80 % državno, a 20 % privatno. Danas se situacija donekle mijenja s povratom nekadašnjim vlasnicima, ali ne značajno. Bitno je napomenuti da su privatni šumoposjedi (i danas) veoma rascjepkani i usitnjeni, s prosječnom veličinom manjom od 3 ha (Avdibegović i dr. 2010), te se na njima nisu mogle primjenjivati odgovarajuće najpovoljnije metode uzgoja, uporabe i zaštite šuma i dr. Nedostatna izobrazba šumoposjednika o gospodarenju šumom i sklonost odbiru za sječu stabala veće kakvoće (tzv. pozitivna selekcija) zbog zadovoljenja »osobnih« i »hitnih« potreba i danas je značajno prisutna, što također svakako utječe na kakvoću i strukturu tih šuma. I odnos prema privatnomu vlasništvu u društvenom uređenju nakon Drugoga svjetskoga rata na prostorima bivše Jugoslavije bio je puno nepovoljniji nego prema društvenomu vlasništvu koje je nakon osamostaljenja Republike Hrvatske postalo državno vlasništvo koje je obuhvatilo i državne šume. Sve je to utjecalo na razvoj

Tablica 1. Ovodobne temeljne metode rada u pridobivanju drva u Republici Hrvatskoj prema Krpanu i dr. 2003, dopunjeno i prilagođeno tablici Tomašić 2012.**Table 1** Current basic methods of harvesting operations in Croatia by Krpan et al 2003, amended and customized to the Table Tomašić 2012

Faza rada <i>Work phase</i>	Način – <i>Method of:</i> a) izradbe – <i>processing</i> b) privlačenja – <i>extraction</i> c) transporta drva – <i>wood transport</i>	Način rada <i>Operating mode</i>	Sredstvo <i>Machinery</i>	Posebni zahtjevi <i>Special requirements</i>	Nagib <i>Slope</i>
Opodne sječe – nizina, prevladavajuća vrsta hrast kao najvrednija vrsta <i>Seeding cuts – lowland area, oak prevails as the most valuable species</i>					
a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i>	Sortimentno <i>Cut to length method</i>	Ručno-strojni <i>Manual/machine</i>	Motorna pila – <i>Chain saw</i>		Ravnični ili blago nagnuti tereni <i>Lowland or mild-inclined terrains</i>
b) Privlačenje <i>b) Extraction</i>	Izvoženje na kotačima <i>Extraction on wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Forvarder – <i>Forwarder</i>	Povoljna nosivost tla <i>Favourable soil strength</i>	
c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i>	Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Kamionski skup – <i>Truck</i>		
Proredne sječe – nizina, prevladavajuća vrsta hrast kao najvrednija vrsta <i>Thinning cuts–lowland area, oak prevails as the most valuable species</i>					
a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i>	Sortimentno <i>Cut to length method</i>	Ručno-strojni <i>Manual/machine</i>	Motorna pila – <i>Chain saw</i>		Ravnični ili blago nagnuti tereni <i>Lowland or mild-inclined terrains</i>
b) Privlačenje <i>b) Extraction</i>	Izvoženje na kotačima <i>Extractionon wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Traktorska ekipaža <i>Tractor equipage</i>	Povoljna nosivost tla <i>Favourable soil strength</i>	
c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i>	Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Kamionski skup – <i>Truck</i>		
Opodne i preborne sječe – prigorje, brdo, planina <i>Seeding and selection cuts – foothills,hills,mountains</i>					
a) Sječa i izradba <i>a) Felling and processing</i>	(polu)deblavno <i>Tree-length method</i>	Ručno-strojni <i>Manual/machine</i>	Motorna pila – <i>Chain saw</i>		Srednje ili jače nagnuti tereni <i>Medium or higher-inclined terrains</i>
b) Privlačenje <i>b) Extraction</i>	Vuča po tlu <i>Skidding on soil</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Skider – <i>Skidder</i>		
c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i>	Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Kamionski skup – <i>Truck</i>		
Proredne sječe – prigorje, brdo, planina <i>Thinning cuts – foothills, hills, mountains</i>					
a) Sječa i izradba <i>a) Fellingand processing</i>	Sortimentno <i>Cut to length method</i>	Ručno-strojni <i>Manual/machine</i>	Motorna pila – <i>Chain saw</i>		Srednje ili jače nagnuti tereni <i>Medium or higher-inclined terrains</i>
b) Privlačenje <i>b) Extraction</i>	Vuča po tlu <i>Skidding on soil</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Proredni skider, AP traktor <i>Thinning skidder, Adapted farm tractor</i>		
c) Daljinski prijevoz <i>c) Long distance transport</i>	Prijevoz na kotačima <i>Transportation on wheels</i>	Mehanizirano <i>Mechanized</i>	Kamionski skup – <i>Truck</i>		

tehnoloških rješenja u pridobivanju drva do danas koji je uglavnom usmjeravan u materijalne i kadrovske resurse društveno-državnih institucija operative, snažno potpomognut dugogodišnjom neprekinutom suradnjom sa šumarskim znanstvenoistraživačkim ustanovama i njihovim znanstveno-stručnim potencijalom (Tomašić i dr. 2012). To koncentrirano znanje i ekonomski resursi svakako su bili velika prednost, »vjetar u leđa« i stalan korak naprijed u odnosu na opći razvoj šumarske tehnologije i tehničkih sredstava jer je organizirano šumarstvo kao gospodarska grana i subjekt do danas krasila stabilnost i postojanost što se tiče bitnih ekonomskih i ostalih pokazatelja.

Tako složeno okruženje, prepuno posebnosti u načinu gospodarenja, načinu postanka, namjeni, zemljopisnom položaju te obilježjima prirodnih uvjeta šumskih sastojina i u društveno-političkim odnosima i podjelama u Republici Hrvatskoj, u proteklom je vremenu utjecalo, ali i danas utječe na razvoj načina rada i tehničkih sredstava pri gospodarenju šumama i određuje smjerove razvoja cjelokupne tehničke sastavnice šumarstva.

Od svih nabrojenih čimbenika vezanih uz posebnosti šumskih sastojina koji značajno utječu na razvojne smjerove tehničke sastavnice hrvatskoga šumarstva, najvažniji je način gospodarenja, koji u sebi sadrži i sastojinske te prirodne (terenske) uvjete.

Počeci mehaniziranja šumskih radova na području današnje Republike Hrvatske sežu u davne pedesete godine prošloga stoljeća (1948) uvođenjem motornih pila za sječu i izradbu drva (Kranjec i Poršinsky 2011), odnosno početkom uporabe poljoprivrednih traktora za privlačenje i prijevoz drva, kada su mnogi dotad isključivo ručni radovi iz 0-toga prešli u 1. stupanj mehaniziranosti (Sever 1993). Iako je to bila na neki način prekretnica u dotadašnjem izvođenju šumskih radova zbog olakšanja tjelesnih opterećenja radnika, odnosno zamjene ručnoga rada radom uz pomoć mehaniziranoga sredstva, tada se još ne može govoriti o oblikovanju metoda izvođenja šumskih radova prilagođenih posebnostima načina gospodarenja i terenskih uvjeta jer su do izražaja dolazili brojni nedostaci upotrebljivanih strojeva zbog njihove neodgovarajuće prvotne namjene (Horvat i Tomašić 2003).

Začetak stvaranja odnosno oblikovanja današnjih metoda rada, koje uvažavaju obilježja sastojinskih i terenskih uvjeta pri gospodarenju šumama u Republici Hrvatskoj, može se smatrati sam kraj šezdesetih i početak sedamdesetih godina prošloga stoljeća kada se u hrvatsko šumarstvo uvode prvi specijalizirani šumski strojevi, skideri i forvarderi, namijenjeni vuči i izvoženju drva iz šume do stovarišta (Beđula i Slabak 1974).

Temeljne metode pridobivanja drva u Republici Hrvatskoj, koje u svom opisu također uključuju tehnička, mehanizirana sredstva (strojeve) pomoću kojih se posao obavlja te vrstu sječe (prihoda), Krpan i dr. (2003) definiraju upravo prema sastojinskim i terenskim uvjetima.

Na smjer razvoja i primjene metoda i tehničkih sredstava za rad u gospodarenju šumama koje se koriste u hrvatskom šumarstvu, kao što je i prije već navedeno, velik utjecaj imalo je, a i danas ima, gospodarenje prirodnim šumama, poglavito šumskim sastojinama hras-ta lužnjaka u nizinskim dijelovima zemlje, koje su i najvrednije. Mnogi znanstveni radovi koji su obrađivali ovu problematiku najčešće su potaknuti iz šumarske prakse od ljudi koji su se svakodnevno susretali s određenim poteškoćama pri terenskim radovima i koji su ih nastojali rješavati prema znanstveno potvrđenim spoznajama, jer pogreške u tako važnom području mogu biti nesagledive i nenadoknadle. Osim znanstvenoistraživačkih radova koji su izravno vezani uz samu tehničku sastavnicu i koji imaju značajke tzv. primijenjenih istraživanja, također su vrlo bitni i radovi razvojnih i fundamentalnih istraživanja jer se samo tako može upotpuniti slika o cjelovitom gospodarenju. Pravilna primjena neke metode, tehničkoga postupka ili stroja u gospodarenju šumom predmnijeva i poznavanje svih ostalih elemenata ili čimbenika vezanih uz to gospodarenje poput bioloških, ekoloških, gospodarskih, socijalnih i inih značajki.

Sječa i izradba te privlačenje drva dvije su faze rada u sklopu pridobivanja drva na čiji su tehnološki razvoj najviše utjecali osebujan način gospodarenja i prirodne osobitosti terenskih uvjeta u hrvatskom šumarstvu te se na neki način mogu izdvojiti kao karakteristične za ovo područje.

2.1 Sječa i izradba drva – *Felling and processing of wood*

Kao što se iz prikazane tablice 1 i slike 1 može vidjeti sječa i izradba drva nije potpuno mehanizirana, već se sastoji od ručno-strojnoga načina rada pomoću motorne pile kojom se obaraju stabla te oblikuju drvni sortimenti. Dorada se može sastojati i od ručnoga rada i rada ručnim alatom (cijepanje oblica te slaganje metarskoga drva). Razlog zašto se ta radna faza do danas u Republici Hrvatskoj nije potpuno mehanizirala (harvester) kao u velikom broju europskih zemalja leži upravo u posebnosti sastojinskih i terenskih uvjeta koji prevladavaju u hrvatskim šumama i s tim u vezi u načinu gospodarenja te u propisanim metodama rada.

Važni sastojinski čimbenik koji ograničava uporabu harvestera pri sječi i izradbi drva u našim uvjetima je sastav biljnih vrsta od kojih prevladava bjelogorica.



Slika 1. Sječa i izradba drva motornom pilom

Fig. 1 *Felling and processing of wood by chainsaw*

Ona u vrijeme početka tzv. oplodnih sječa postiže poprilične dimenzije, što je iznimno nepovoljno za primjenu harvesteru uobičajenih veličina. Osobito je to izraženo kod tvrde bjelogorice poput hrasta i bukve, koji su ujedno i najznačajnije komercijalne vrste drva hrvatskih šuma, a čija je masa neusporedivo veća od one u crnogoričnim vrstama. Za velik promjer i masu takvih stabala nužno je osigurati harvestere s velikom sječivom glavom, koji razmjerno njezinoj veličini, odnosno promjeru i masi stabla, trebaju i sami imati velike dimenzije, snagu i masu. Tako veliki i teški strojevi nikako ne odgovaraju načinu gospodarenja prirodnom obnovom sastojina jer se pri njihovom radu uništava pomladak te prekomjerno opterećuje i gazi tlo, koje je u velikom broju slučajeva također i slabe nosivosti (nizinske šume, teška glejna tla). Ništa manja, a možda i značajnija ograničenja za potpuno mehaniziranje sječe i izradbe drva i uporabe harvesteru na našim prostorima predstavljaju sama biološka svojstva bjelogoričnih vrsta drveća vezana uz način razgranjivanja, pojavu snažnih i krupnih grana već od rane dobi, izraženo i nepravilno žilište debla, način komercijalnoga oblikovanja drvnih proizvoda (razvrstavanje u sortimentne razrede kakvoće), ali i propisan način mjerenja te otpreme drvnih sortimenata kupcima. Probleme vezane uz rašljivost stabala i njihov utjecaj na proizvodnost harvesteru jednim istraživanjem potvrđuju Vusić i Rukavina (2010).

Kao poteškoće i ograničenja za mehaniziranu sječu i izradbu drva kod oplodnih sječa na nagnutim terenima (tereni s 20 – 50 % uzdužnoga nagiba označeni su kao srednje nagnuti i strmi tereni, prema Mellgrenu (1980) i Bergu (1992) treba uzeti sve što je navedeno i za oplodne sječe u nizinama na ravničnim i blago nagnutim terenima uzdužnih nagiba od 0 do 20 % (prema istoj razredbi šumskih terena), samo što se ovdje mora pridodati još i nepovoljne utjecaje nagiba i terenskih prepreka.

Na područjima prebornoga načina gospodarenja sa selektivnim odabirom stabala za sječu, gdje ima i značajnih količina crnogorice, također postoje poteškoće za mehanizirani način sječe i izradbe zbog velikih dimenzija stabala koja se sijeku (u načelu najjača stabla), što je obilježje načina gospodarenja. I tu je nagib terena dodatna poteškoća jer se preborne šume prostiru gotovo isključivo na nagnutim terenima, a nepovoljan je čimbenik i često skučen razmak između stabala među kojima se stroj mora kretati jer se stabla za sječu »prebire« po sastojini.

Na drugoj strani, kod prorednih sječa u nizinskim (ravničnim) predjelima jednodobnih šuma glavni problem za rad harvesteru nisu dimenzije stabala, već uzak razmak između stabala koja nakon sječe ostaju u sastojini te navedene poteškoće vezane uz biološka svojstva vrste drva (razvijena korijenska zona, granatost) i načine oblikovanja proizvoda (izradba drvnih sortimenata prema razredima kakvoće – *buck to quality*). U starijim proredama, uz navedeno, i dimenzije stabala mogu ponovno pojačavati cjelokupan nepovoljan učinak.

Prorede u jednodobnim šumama brdskih terena (razvedenost i nagnutost) također nisu povoljne za mehaniziranu sječu i izradbu drva zbog već navedenih bioloških svojstava bjelogoričnih vrsta, načina izradbe drva, maloga razmaka između ostalih stabala te nagiba i terenskih prepreka, a kod starijih proreda i zbog dimenzija stabala.

Ipak, mehanizirana sječa i izradba pomoću jednozahvatnih harvesteru moguća je i isplativa i u hrvatskom šumarstvu, ponajprije na površinama koje zauzimaju kulture i plantaže crnogorice (smreka, bor), odnosno meke bjelogorice (topole, vrbe, johe). To je potvrđeno snimanjem i praćenjem mehanizirane sječe i izradbe jednozahvatnim harvesterom na navedenim terenima prije više od 10 godina zahvaljujući suradnji šumarske znanosti i operative. Tada je organiziran pokazni rad takva stroja u kulturi četinjača (2001), a godinu dana poslije provedeno je istraživanje te načinjena studija »Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača« (Krupan i Poršinsky 2002, Poršinsky i dr. 2004). Rezultati su istraživanja također

potvrdili iznesene poteškoće i ograničenja mehanizirane sječe i izradbe u šumama tvrde bjelogorice jer se dio poslova morao dodatno raditi i ručno-strojnim načinom (motorna pila). Danas, dva harvesteri u vlasništvu jednoga poduzetnika uslužno obavljaju mehaniziranu sječu i izradbu (i) za »Hrvatske šume« d.o.o. na određenim manjim šumskim površinama i s gotovo zanemarivim količinama (do 5 – 10 tisuća m³/god.), pretežno u kulturama crnogorice.

Ukupno uzevši, »Hrvatske šume« d.o.o. sječu i izradbu drva prosječno obavljaju s oko 60 % vlastitih kapaciteta, dok ostalih 40 % obavljaju poduzetnici i lokalno stanovništvo (slika 8).

2.2 Privlačenje drva – *Timber extraction*

Privlačenje drva, dio procesa pridobivanja drva, polufaza je transporta drva koja se većinom odvija po bespuću, a sastoji se od pomicanja dijelova stabala ili cijelih stabala od panja ili mjesta skupljanja do pomoćnoga stovarišta (Krpan 1992). Pri tome se drvo može privlačiti vučom po tlu, potpuno ili djelomice (poljoprivredni traktor, skider), izvoženjem na kotačima (forwarder) ili iznošenjem (žičara). Privlačenje je najsloženiji i vrlo skup dio pridobivanja drva, stoga je vrlo bitno njegovo optimiziranje i usklađivanje s ostalim dijelovima procesa.

Gospodarenje prirodnim šumama u Republici Hrvatskoj (obnova, njega i prorjeđivanje šumskih sastojina), poglavito gospodarenje hrastom lužnjakom u nizinskim, ravničnim područjima, koje počinje i završava prirodnom obnovom kao iznimno osjetljivom razvojnom fazom sastojine, najvažniji je utjecajni čimbenik oblikovanja načina privlačenja drva u hrvatskom šumarstvu. Hrast lužnjak pretežno se uzgaja u iznimno dugoj ophodnji od 140 godina tijekom koje se mlade sastojine u više navrata prorjeđuju, počevši od najranijih dobnih oblika, kada se pomladak i mladik njeguju, zatim od tzv. čišćenja guštika, a poslije se prorjeđuju u sklopu tzv. ranih i kasnih proreda. S oplodnom se sječom započinje desetak godina prije dobi propisane ophodnje, a sječa se provodi u tri sijeke: pripremni, naplodni i dovršni. Ustvari, ako se pravilno gospodari tim šumskim sastojinama, njega i obnova šuma hrasta lužnjaka, ove, u Hrvatskoj klimatogene i najvrednije vrste drveća, traju tijekom čitavoga razdoblja njihove ophodnje (Matić 1996).

2.2.1 Privlačenje drva na ravničnim terenima – *Timber extraction in flat terrain conditions*

Kako bi se što bolje zaštitio hrastov pomladak i vrlo osjetljivo, u velikom broju slučajeva slabo nosivo šumsko tlo (nizinski predjeli skloni poplavama), posječeno se drvo u oplodnim sječama iz šume do pomoćnih

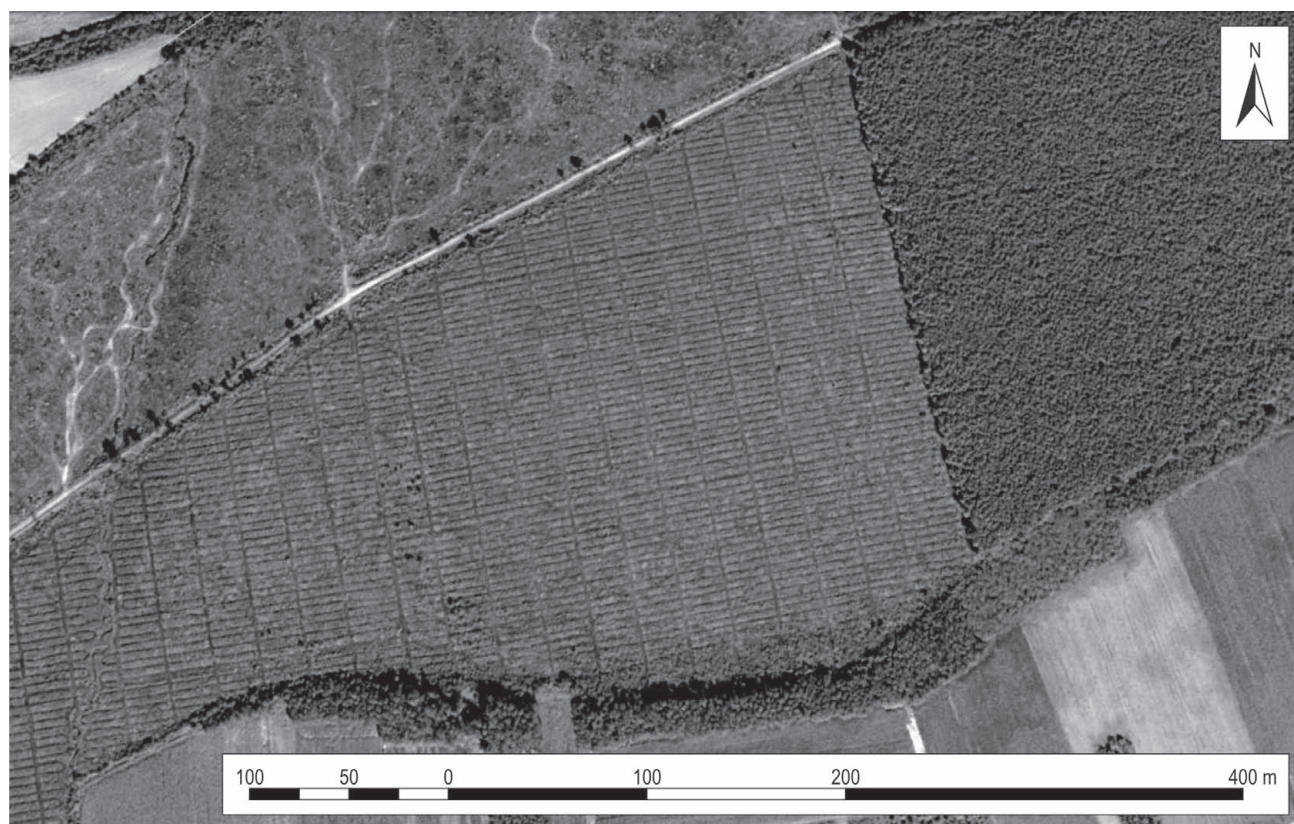


Slika 2. Rad forvardera u oplodnoj sječi hrasta lužnjaka

Fig. 2 Forwarder operation in regeneration cut in pedunculate oak forest

stovarišta najčešće izvozi na kotačima (forwarderi) umjesto vučom po tlu pri kojoj se, nerijetko, u značajnijoj mjeri oštećuje postojeći pomladak i samo tlo (slika 2).

Ovo se načelo preslikalo i na privlačenje u prorednim sječama lužnjakovih šuma, gdje se otišlo još i korak dalje: mehanizirano sredstvo kojim se drvo izvozi na pomoćno stovarište ne mora ulaziti niti prolaziti proizvodnom površinom sastojine (sječine), već se kreće samo po prosjekama, uz uporabu vitla za prikupljanje drva. Navedenim unaprijeđenim načinom privlačenja u opisanim uvjetima iskoristila se primijenjena metoda obnove i njega mlade sastojine koja se sastoji od izradbe sustava mreže uzgojnih staza i izvoznih putova (slika 3). Cilj je unaprijeđenja da se sredstvo za privlačenje, u ovom slučaju traktorska ekipaža, kreće isključivo načinjenim putovima (prosjekama) koji okružuju proizvodne dijelove sastojine. Posječeno se drvo utovaruje dizalicom s izvoznoga puta, a stroj ne ulazi u sastojinu, tako da ne dolazi do gaženja ni oštećivanja tla i preostalih stabala. Traktorska se ekipaža sastoji od traktora s vitlom, hidraulične dizalice za utovar i istovar s većim dosegom i poluprikolice s tovarnim prostorom za drvo. Ako pojedini komad izrađenoga drva nije u doseg dizalice, vitlom se privuče u doseg te zatim utovaruje na (polu)prikolicu. Natovarena se ekipaža do pomoćnoga stovarišta kreće najprije užim, a zatim širim, izvoznim putovima i prosjekama. Jedna od novijih traktorskih ekipaža koja je razvijena kao domaće rješenje u UŠP Vinkovci – ekipaža »Formet«, nastala suradnjom hrvatske šumarske znanosti, operative i poduzetništva, ustvari je modifikacija postojećih strojeva i tehničkih sastavnica (sklo-



Slika 3. Mreža prosjeka kod primijenjene tzv. francuske metode uzgoja u UŠP Vinkovci

Fig. 3 Forest road and trail network with »French method« applied in Forest Administration Vinkovci

pova) radi njihova poboljšanja i prilagodbe uvjetima gospodarenja i radnomu okruženju (slika 4).

Takav se način privlačenja drva iz prorednih sječa na ravničnim terenima uglavnom primjenjuje na području UŠP Vinkovci. U ostalim se dijelovima Hrvatske drvo iz prorednih sječa na ravnim i/ili blago nagnutim terenima, osim traktorskim ekipažama, također privlači i prorednim skiderima te adaptiranim poljoprivrednim traktorima, što je nepovoljnije, ali je opravdano ako se ti strojevi koriste i na većim nagibima čime se povećava njihovo ukupno vrijeme iskorištenosti. Pri uporabi takvih sredstava treba se obaviti posebno kvalitetna priprema rada kako bi se umanjili mogući nepovoljni učinci vuče drva po tlu. Najvažniji dio te pripreme rada mora obuhvatiti zemljovidno i terensko označivanje izvoznih putova kojima se strojevi za privlačenje trebaju kretati. Tako se može značajno smanjiti prekomjerno gaženje po čitavoj površini sječine. Osim toga, po potrebi, uz te se izvozne putove također moraju zaštititi pojedina stabla (barem ona najkvalitetnija) koja su vrlo često podložna značajnomu oštećivanju, bilo kotačima traktora i/ili vučenim teretom. To se, nažalost, u velikom

broju slučajeva ne radi te se nerijetko dosta oštećuju ostala stabla i tlo. Jasno je da je mogućnost rada na »vinkovački način« u tim uvjetima privlačenja ovisna i o načinu uređenosti sastojina s obzirom na izvedbu mreže šumskih prosjeka.

2.2.2 Privlačenje drva na nagnutim terenima – *Timber extraction in steep terrain conditions*

I privlačenje na nagnutim terenima također ima svoja posebna obilježja, vezana uz način gospodarenja, glavnu vrstu drveća kojom se gospodari te sveukupnost sastojinskih i terenskih prilika. Navedeni brojni čimbenici i složeni uvjeti odrednice su primijenjenih metoda sječe i izradbe drva, a time i načina te izbora sredstva za privlačenje. Općenito uzevši, sukladno tablici 1, pri oplodnim i prebornim sječama, a iznimno i u nekim slučajevima kasnih proreda kada to i ostali uvjeti dopuštaju, u sastojinama na nagnutim, strmijim terenima rabi se poludeblovna ili deblovna metoda sječe i izradbe proizvodnjom tzv. dugoga drva. Razlog je tomu težnja da se, ponajprije tamo gdje to dopušta geometrijski i prostorni raspored odnosno razmak između preostalih dubećih stabala u sastojini (oplodne



Slika 4. Rad ekipaže »Formet« na izvoženju drva iz proredne sječe po izvoznoj prosjeci, tzv. »šljukarici«

Fig. 4 Operation of a »Formet« assembly used for timber extraction after thinning on a forest trail called »šljukarica«

sječe, kasne prorede) ili gdje se sijeku sva preostala stabla (konačni sijekovi), nakon sječe može primijeniti način privlačenja drva veće proizvodnosti (zakon obujma komada), a da se istodobno ne naruše biološko-ekološki uvjeti gospodarenja te zdravstveno i estetsko stanje sastojina. U takvim uvjetima rada duljina privlačenoga drva nije neka ozbiljnija opasnost za oštećivanje stabala i sastojine, ali ako je ukupna masa sredstva za privlačenje i teret prevelika, može biti jako štetna za šumsko tlo i/ili prometnicu. Stoga je važno odabrati odgovarajući način privlačenja i izabrati najpovoljnije sredstvo. U nas se u oplodnim sječama i kasnim proredama na nagnutim terenima za privlačenje najčešće rabe teži specijalni zglobni šumski traktori – skideri. Vrlo značajno domaće rješenje za rad u navedenim uvjetima jest šumski zglobni traktor Ecotrac 120, skider mase oko 7 t koji je od samih početaka razvijan zajedničkom suradnjom i potporom hrvatske znanosti (Šumarski fakultet u Zagrebu), struke (»Hrvatske šume« d.o.o.), države (Ministarstvo znanosti i tehnologije) i poduzetnika (Hittner d.o.o.) Pri njegovu razvoju korištena su doslovce sva dosadašnja terenska iskustva temeljena na radu postojećih strojeva u danim uvjetima, njihove uočene prednosti i nedostaci, podaci o svojstvima postojećih šumskih prometnica, načinu gospodarenja šumama te postavljeni ciljevi tehničkih značajki koje mora zadovoljiti ovaj domaći proizvod.

U izuzetnim slučajevima, kada to i ostali uvjeti omogućuju (blaža nagnutost, primijenjena sortimentna metoda sječe i izradbe i dr.), za privlačenje u tim uvjetima služe i ostali strojevi koji su na raspolaganju, poput forvardera, prorednih skidera te adaptiranih

poljoprivrednih traktora, ali i žično-transportnih sustava. Pri tome valja napomenuti da se pri utvrđivanju kapaciteta (planiranje) i normi rada tih strojeva (obračun učinaka i plaća) moraju uzeti u obzir njihove stvarne mogućnosti odnosno ograničenja vezana uz neodgovarajuću primjenu.

Pridobivanje drva u ranijim i srednjim (tanjim) proredama smatra se poslom koji se odvija u posebno osjetljivim prirodnim i sastojinskim uvjetima. Razmak je između stabala malen i često nedostatan za nesmetan prolaz i samih sredstava za privlačenje, a osobito u slučajevima vuče drva većih duljina. Pri tome se javlja stvarna opasnost od oštećivanja ostalih stabala i smanjenja njihove tehničke vrijednosti, nastanka bolesti te propadanja stabala, ali štete mogu biti i takva razmjera da čak dovedu u pitanje i njihov daljnji opstanak. Zbog takvih složenih i iznimno osjetljivih uvjeta rada u ranim se i srednjim proredama pri sječi i izradbi drva primjenjuje izradba kratkoga drva (sortimentna metoda). Za privlačenje drva u tim prilikama od mehaniziranih se sredstava traži da budu tehnički izvedena u skladu s posebno složenim zahtjevima (namjenska konstrukcija). U prvom redu od strojeva se zahtijeva da imaju malu masu i dimenzije kako bi se po sastojini mogli kretati neopterećeni i opterećeni privlačenim drvom, odnosno voziti uskim prometnicama (vlakama), a da pritom ne ugrožavaju okolišne i sastojinske elemente (okolišna pogodnost). Poznato je da pri privlačenju drva obujam oštećivanja raste sa snagom strojeva, stupnjem mehaniziranosti rada i duljinama privlačenih sortimenata. Manja i slabija sredstva za privlačenje uzrokuju manje oštećivanje sastojine (Martinić 1993).



Slika 5. Rad domaćega skidera Ecotrac 120 na privlačenju drva iz preborne sječe na nagnutom terenu

Fig. 5 Operation of a domestic skidder Ecotrac 120 used for timber extraction in selection felling on sloped terrain

Tehnička izvedba sredstava za privlačenje malih dimenzija uvjetovana je i značajkama mreže traktor-skih putova i vlaka koja je projektirana prema određenim gospodarskim zahtjevima, a čija se širina kreće između 2,5 i 3 m (Pičman i Pentek 2003).

Na drugoj strani poznata je činjenica da takvo tehničko sredstvo ima i manji kapacitet rada, što ograničava njegovu gospodarsku učinkovitost. Pri primjeni sortimentne metode drvo se prerezuje na više manjih dijelova, što se pri privlačenju odražava na mnogo veći utrošak vremena na skupljanje, privezivanje, odvezivanje, uhrpavanje i sortiranje, a tovari su manji, čime se smanjuje proizvodnost rada (zakon obujma komada). Dodatni problem ekonomske prirode pri radu u takvim uvjetima jest činjenica da je komercijalna vrijednost drvnih sortimenata (a time i gospodarski učinak privlačenja) ovdje značajno niža od privlačenja drva iz oplodnih i prebornih sječa, gdje su i razredi kakvoće, sukladno dobi i strukturi sastojina te vrstama drva koje se sijeku, mnogo viši.

Osim navedenih smanjenih gospodarskih mogućnosti tehničko-tehnoloških rješenja za privlačenje u proredama, tim su strojevima umanjene i mogućnosti zadovoljavanja nekih važnih ergonomskih značajki, osobito udobnosti rukovatelja (uža kabina) te sigurnosti i stabilnosti pri radu na nagnutim terenima koji kriju posebne opasnosti (Tomašić 2007). Ovdje se ipak treba podsjetiti i na mogućnost uporabe daljinski upravljanih vitala, čime bi se djelomično umanjio nepovoljan učinak uže kabine.

Navedeno posebno tehničko-tehnološko rješenje predstavlja očit primjer kako zahtjevni radni uvjeti povećavaju i složenost razvoja mehaniziranoga sredstva za rad odnosno izbor metoda rada primjerenih u tim uvjetima. Kako bi se postigli najbolji ukupni učinci, razvojno se rješenje mora uskladiti s brojnim ekonomskim i ekološkim ciljevima gospodarenja te istodobno biti prihvatljivo u odnosu na mnoge ergonomsko-sigurnosne zahtjeve. U navedenom primjeru nedostaju još samo zahtjevi energije i estetike da bi se zaokružila sintagma o famoznih 5E pri razvoju »idealnih« strojeva šumarske mehanizacije, a koje spominje Horvat 2000.

Sukladno navedenom, u uvjetima tanjih proreda šumskih sastojina na nagnutim terenima u hrvatskom se šumarstvu za privlačenje drva rabe proredni skideri i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlom.

Zamisao o razvoju domaćega maloga skidera koji će moći prolaziti uskim razmacima između stabala i isto takvim putovima (vlakama) u prorednim sječinama, te da se pri tome značajno ne oštećuju ostala stabla, javila se kod ljudi koji su niz godina radili na privlačenju drva. U hrvatsko su šumarstvo prvi skideri

uvvedeni u rad još krajem 60-ih godina prošloga stoljeća. Nadimak toga zamišljenoga šumskoga stroja »naš traktor« stvoren je tek u glavama ondašnjih šumara, a zadržao se sve do današnjih dana. Njegovo je temeljno značenje bilo: domaći stroj po mjeri naših uvjeta i načina rada te osebjnosti gospodarenja našim šumama (Tomašić 2007).

Sam razvoj domaćega prorednoga skidera može se pratiti od sredine 80-ih godina prošloga stoljeća, kada su se stručnjaci nekoliko šumskih gospodarstava, Šumarskoga fakulteta i domaćega proizvođača malih poljoprivrednih traktora (»Tomo Vinković«) dogovorili o međusobnoj suradnji, zajedničkom financiranju i početku rada na projektnom zadatku njegove izradbe. U projektni zadatak bili su ugrađeni tehnički zahtjevi šumarske operative za izradbu i izvedbu glavnih konstrukcijskih elemenata i tehničkih značajki novoga stroja (Sever i Horvat 1985). Godine 1986. završen je projektni zadatak, a 1988. započinje proizvodnja maloga šumskoga zglobnoga traktora Ecotrac V u tvornici traktora u Bjelovaru.

Prvi strojevi nisu imali kabinu, već samo zaštitni okvir, stražnja daska nije bila pokretna (nemogućnost sidrenja) te su imali još nekoliko očitih nedostataka, ali su njihove manevarske sposobnosti i kretnost, zbog male širine i duljine, bili zadivljujući. Ugrađeno vitlo i vučne značajke tih strojeva bili su također na zadovoljavajućoj razini, osobito ako bi se usporedili s onim u adaptiranih poljoprivrednih traktora koji su dotad radili iste poslove. Nove su strojeve više nego dobro prihvatili rukovatelji strojevima, ali i prateće stručno tehničko osoblje. Ubrzo je na skider stavljena



Slika 6. Rad maloga domaćega skidera Ecotrac 55 na privlačenju drva iz proreda na nagnutom terenu

Fig. 6 Operation of a small sized domestic skidder Ecotrac 55 used for timber extraction after thinning on sloped terrain

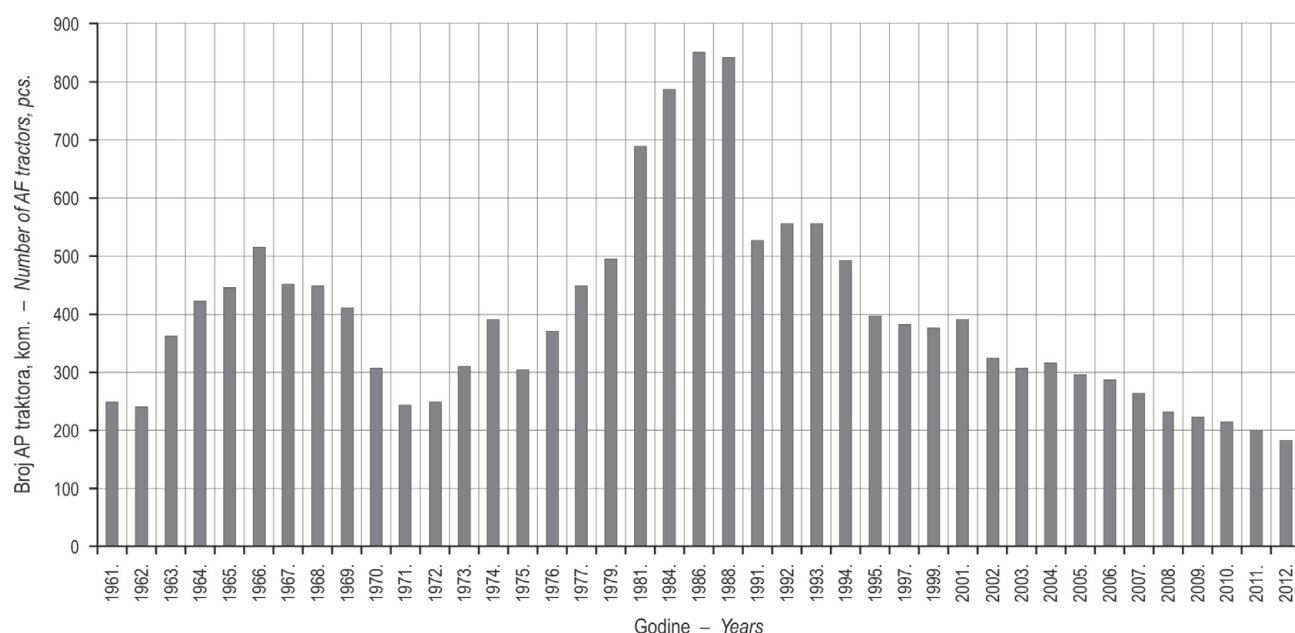
i kabina, što je još poboljšalo njegove tehničko-ergonomske značajke. Nažalost, unatoč svojevrsnoj »žudnji« iz prakse za novim primjercima tih strojeva, ratne i poratne godine uzrokovale su prestanak proizvodnje hrvatskih malih skidera i zatvaranje tvornice proizvođača.

Proizvodnja je ipak nakon 10-godišnjega prekida, na zadovoljstvo šumarske operative, nastavljena 2000. godine, nakon dogovora stručnjaka iz »Hrvatskih šuma«, Šumarskoga fakulteta i novoga proizvođača iz Bjelovara. Otada je na skideru obavljeno niz preinaka i poboljšanja, što je u prvom redu rezultat izravnih prijedloga i zahtjeva iz prakse, ali su oni potekli i od stručnjaka »Hrvatskih šuma« i Šumarskoga fakulteta, pa i samoga proizvođača. To se ponajprije odnosi na ugradnju stražnje hidraulične sidrene daske, ugradnju nove ergonomске i sigurnosne kabine, poboljšanja na prednjoj dasci, poboljšanje značajki dvobubanjškoga vitla vučne sile od 35 kN, izvedbu automatske blokade središnjega zgloba i dr. Ukupna širina zadnje inačice ovoga skidera (Ecotrac 55) iznosi samo 1600 mm, što uz ukupnu duljinu od 4550 mm daje niski indeks oblika B/L (širina/duljina) od 0,35. S obzirom na vrijednost indeksa oblika razvidno je da je ovaj specijalni šumski zglobni traktor po svojim ključnim dimenzijskim svojstvima potpuno osebujan, u usporedbi sa skupinom skidera, ali i srednjih skidera. I samo ime Ecotrac u sebi nosi glavne temeljne značajke, odnosno kojim ciljevima teži. Iz slike 7 jasno je vidljivo da se broj

adaptiranih poljoprivrednih traktora od početka proizvodnje maloga prorednoga domaćega skidera (1988.) pa sve do danas stalno zamjetno smanjuje jer se ovaj specijalni šumski zglobni traktor sve više koristi za radove u uvjetima za koje je i načinjen.

I pri radu u ranim odnosno srednjim proredama, gdje se najčešće primjenjuje sortimentna metoda sječe i izradbe, postoji određena mogućnost uporabe sredstava za privlačenje koja nisu najpovoljnija za rad u takvim uvjetima, međutim ona je vrlo ograničena u usporedbi s prethodno opisanim slučajevima rada u prebornim i oplodnim sječama te kasnim proredama. U ranim i tanjim proredama rad srednjih i teških skidera te forvardera nije moguć po bespuću unutar sječine, dok je vožnja takvih strojeva po traktorskim putovima i vlakama uvjetovana širinom navedenih šumskih prometnica nižega reda.

U šumarstvu našičkoga područja za privlačenje drva u proredama na vrlo strmim terenima rabi se posebno prilagođena metoda žično-transportnih sustava privlačenja. Drvo se privlači na pomoćno stovarište primjenom sustava čelične užadi i kolotura ugrađenih na povišenu sidrenu dasku adaptiranoga poljoprivrednoga traktora (tzv. toranj). Početak je vučnoga pravca na tornju daske vitla, a drugi je kraj (nosivoga) užeta zajedno s koloturom ovješena na odabranom jačem stablu, koje ujedno predstavlja i završetak vučnoga pravca. Jednim bubnjem vitla razvlači se tzv. nosivo uže koje je deblje (10 mm) te koje



Slika 7. Kretanje broja adaptiranih poljoprivrednih traktora u hrvatskom državnom šumarstvu u razdoblju 1961–2012.

Fig. 7 Trends in number of adapted farm tractors in state forestry of the Republic of Croatia in the period 1961–2012

na kraju vučnoga pravca obavlja stablo (zajedno s kolotutom), a ujedno ima i funkciju povratnoga užeta. Drugim bubnjem razvlači se tzv. vučno uže koje je tanje (8 mm) i na čijem se završetku nalaze lanci za vezivanje drvnih sortimenata. Pri tome važnu ulogu obavlja dvostruka kolotura (tzv. »vozičak« ili kolica) koja je kruto spojena s krajem nosivoga užeta, tako da gornja kolotura klizi po njem, uz njegovo otpuštanje, dok donja kolotura služi kao vodilica za vučno uže čijim se namatanjem privlači teret i za njegovu vožnju po žičnom pravcu do mjesta istovara (vuča tereta). Neopterećena se kolica vraćaju namatanjem nosivoga užeta te istodobnim otpuštanjem vučnoga. Vučni pravci mogu biti dugi i do 150 m, što ovisi o promjeru čeličnoga užeta (kapacitet namotaja bubnja), a od vučnoga se pravca, radi prikupljanja drva, vučno uže može lijevo i desno razvući i do 25 m (ukupan doseg, okomito na vučni pravac, do 50 m). Tako se drvo može skupljati do pomoćnoga stovarišta i bez izgrađenih traktorskih vlakova i na prilično strmim i nepristupačnim terenima gdje je inače i gradnja šumskih prometnica nižega reda, kao i samo pridobivanje, upitno. Pomoćna stovarišta za takav način privlačenja obično su ravni dijelovi na vrhovima nagnutih terena (bila) ili šumske prometnice smještene iznad površina sječina. Drvo se najčešće privlači uz nagib jer je time olakšan rad kopčasu pri bočnom razvlačenju užeta, vezanju tereta, kretanju po sječini i radi boljega i sigurnijega upravljanja teretom obloga drva (gravitacija).

Nedostatak je te metode što se sustav sastoji od pomalo »arhaičnih« sklopova, kao što su mehanički upravljano vitlo čiji optimalan rad zahtijeva dobru vještinu operatera (namatanje jedne strane vitla uz istodobno otpuštanje druge), neergonomsko sjedalo i kabina adaptiranoga poljoprivrednoga traktora, dodatna potreba razvrstavanja i razvlačenja s hrpa na koje se privlači drugim sredstvom za privlačenje i dr. Unatoč nedostacima takav način dobro funkcionira u području gdje se primjenjuje, ponajprije zahvaljujući razmjerno niskim troškovima mehaniziranoga sredstva i smanjenoj potrebi izgradnje šumskih prometnica nižega reda te s druge strane samoj upitnosti ostvarivanja ikakvih prihoda na spomenutim teškim terenima.

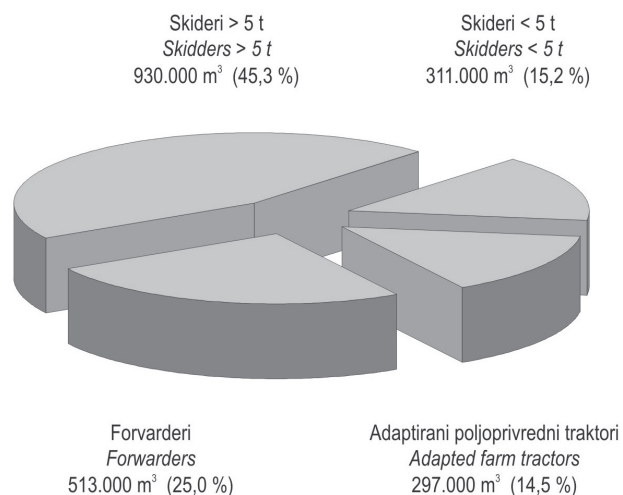
Iz slike 8 može se vidjeti da je pri gospodarenju državnim šumama većina količine drva koje se privlači sredstvima »Hrvatskih šuma« d.o.o. privučena skiderima većim od 5 t (45 %), zatim forvarderima (25 %), a podjednaka je količina privučena adaptiranim poljoprivrednim traktorima i malim prorednim skiderima (približno sa po 15 %). Ta razdioba ostvaraja privlačenja po strojevima, odnosno metodama privlačenja također upućuje i na činjenicu da se u nas u pridobivanju drva

uopće ne koriste šumske žičare, iako postoje određeni terenski i sastojinski uvjeti koji bi bili gotovo »idealni« za uporabu toga načina iznošenja drva.

Podaci o prosječnom udjelu u privlačenju drva pri gospodarenju šumama kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o. u petogodišnjem razdoblju (2007–2011) prema izvršiteljima prikazani su na slici 9.

2.3 Daljinski prijevoz – Long distance transport

Daljinski prijevoz drva, iako važna dionica pridobivanja drva, istodobno vezana i uz značajne proizvodne troškove, najmanje je podložan utjecajima posebnosti i načina gospodarenja šumama u našim uvjetima (velik se dio obavlja izvan šuma). Sukladno toj činjenici, ali i zbog otvaranja tržišta i povećanja broja poduzetnika koji se bave tim poslovima, udio se vlastitih sredstava u daljinskom prijevozu drva »Hrvatskih šuma« d.o.o. stalno smanjivao od osnutka poduzeća koje gospodari šumama u vlasništvu Republike Hrvatske, ali i prije (Tomašić i dr. 2005, 2012). Udio vlastitih kapaciteta »Hrvatskih šuma« d.o.o. u daljinskom prijevozu drva u 2012. godini iznosi samo 13 % u odnosu na ukupnu isporuku drvnih sortimenata kupcima (podaci HsPro za 2012. godinu). Na slici 8, osim udjela u sječi i izradbi te privlačenju drva, prikazani su i podaci o prosječnom udjelu u daljinskom prijevozu drva u petogodišnjem razdoblju (2007–2011)



Slika 8. Prosječan godišnji učinak na privlačenju drva pri gospodarenju šumama kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o. ostvaren vlastitim kapacitetima u razdoblju 2007–2011.

Fig. 8 The average annual timber extraction achieved by the company Croatian Forests Ltd. using its own capacities in the period 2007–2011

prema izvršiteljima (za šume kojima gospodare »Hrvatske šume« d.o.o.).

Daljinski transport drva u hrvatskom šumarstvu (neovisno o šumovlasniku) danas se gotovo isključivo odvija kamionskim jedinicama opremljenim hidrauličnim dizalicama za utovar i istovar. Najvažniji utjecajni čimbenik vezan uz posebnosti hrvatskoga šumarstva koji određuje značajke navedenih strojeva za daljinski prijevoz drva dimenzije su i težina drva koje se prevozi, odnosno pripadajuća zakonska ograničenja dopuštenih dimenzija prijevoznoga sredstva te opterećenja prometnica. Od tih se ograničenja treba izdvojiti ona najvažnija koja su izravno vezana uz te značajke, a to su:

- ⇒ Najveća dopuštena duljina vučnoga vozila s prikolicom (kamionski skup) ne smije prelaziti 18,75 m.
- ⇒ Najveće dopušteno opterećenje po osovini skupa vozila ne smije prelaziti 100 kN, odnosno dvostrukoj osovini 180 kN (uz razmak između osovina $d = 1,3 \text{ m} < d < 1,8 \text{ m}$).
- ⇒ Najveće dopušteno ukupno opterećenje kamiona s prikolicom iznosi 400 kN.

Kako je prije navedeno, veća težina tvrde bjelogorice kao najčešće vrste drveća koja se daljinski prevozi kupcu u Hrvatskoj i stroga zakonska ograničenja svakako imaju određen utjecaj na razvoj strojeva i opreme za taj posao u pridobivanju drva. Također se jedan dio utjecaja odnosi i na razmjerno nepovoljne uvjete rada i stanje naših šumskih prometnica. Ti su čimbenici razlog što su se strojevi za daljinski prijevoz (kamionski skupovi koji se sastoje od pogonskoga vozila, dvoosovinske prikolice ili poluprikolice te dizalice) razvijali tako da su jednim dijelom predimenzionirane neke njihove tehničke sastavnice. To se odnosi na snagu motora pogonskoga vozila, kapacitet tovarnoga prostora, pa i podiznu snagu dizalice, koji su povećani u odnosu na stvarne mogućnosti iskorištavanja (Tomašić i dr. 2005.).

Budući da se nema puno prostora u nastojanjima za povećanjem ukupne korisne prijevozne nosivosti, u posljednje se vrijeme sve više razmišlja o ugradnji lakšega materijala za šumarsku nadogradnju kamiona i prikolice, ali i o prijevoznim jedinicama bez dizalice (jedna dizalica na više prijevoznih jedinica), iako bi se time umanjila njihova neovisnost.

Organizacijsku kakvoću i snižavanje proizvodnih troškova unutar djelatnosti daljinskoga prijevoza, a time i ukupnu učinkovitost te dionice pridobivanja drva, nastoji se unaprijediti uvođenjem i primjenom nekih suvremenih informacijskih i komunikacijskih sustava temeljenih na mogućnostima koje pružaju tzv. »Fleet management sustavi« (FMS). Istraživanja vezana uz navedene sustave još su u tijeku, a osim kamionskih

jedinica daljinskoga prijevoza obuhvaćeni su i neki drugi strojevi koji rade na privlačenju drva (forwarderi) te strojevi šumskoga graditeljstva.

3. Zaključci – Conclusions

Visok udio prirodnih šuma te autohtonih i klimatogenih vrsta u Republici Hrvatskoj, njihova struktura, ekološka stabilnost te nemjerljiva vrijednost općekorisne i gospodarske uloge u životu stanovnika razlozi su za posebno zahtjevan način gospodarenja, osobito u vrijeme njihove obnove. Te se šumske zajednice razvijaju na staništima oblikovanim u ovisnosti o lokalnim uvjetima podneblja, pedološkim, orografskim i biotskim prilikama, što uzrokuje da se na razmjerno malom prostoru izmjenjuje velika neujednačenost prirodnih uvjeta.

Osim zemljopisno-prirodnih prilika i uvjeta ti su prostori u bližoj i daljnjoj povijesti pod utjecajem specifičnih društveno-političkih odnosa te kretanja vlasničke strukture šuma i šumskoga zemljišta te organiziranoga šumarstva koje datira još iz vremena od prije gotovo četvrt tisućljeća.

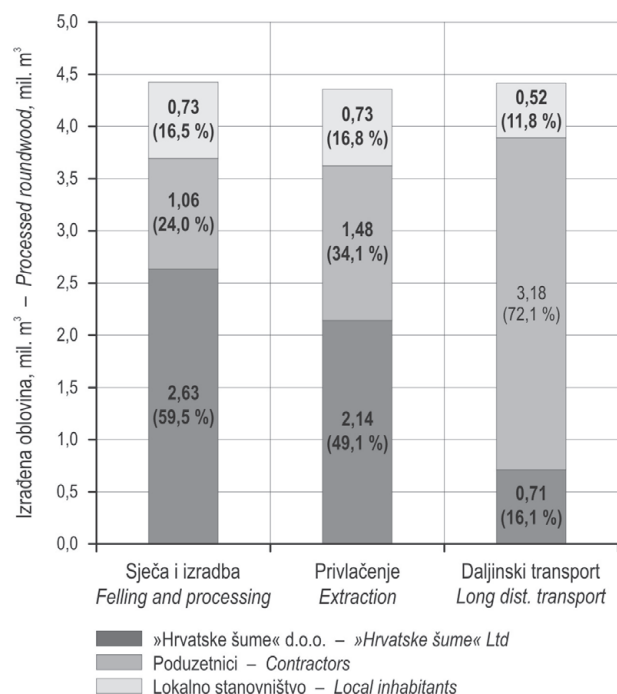
Posebnosti u načinu gospodarenja šumama zbog navedenih razloga značajno su u povijesti utjecale i danas utječu na razvoj tehničke sastavnice pri gospodarenju šumama, odnosno primijenjenih metoda i tehničkih sredstava za rad.

Velik dio utjecaja na razvoj tehnike i metoda pri gospodarenju šumama, osobito u pridobivanju drva, u nas je vezan uz dugoročnu i neprekinutu suradnju hrvatske šumarske znanosti i operative, gotovo isključivo u dijelu koji se odnosi na šume u društvenom i poslije u državnom vlasništvu u Republici Hrvatskoj.

Sam razvoj tehničke sastavnice pri gospodarenju šumama u razdoblju nakon Drugoga svjetskoga rata u Hrvatskoj kretao se u dva glavna smjera:

- ⇒ Razvoj vlastitih strojeva i opreme kao sastavnica posebno oblikovanih izvornih tehnologija za uvjete primjerene načinu gospodarenja šumama i uvjetima rada u Republici Hrvatskoj
- ⇒ Razvojna istraživanja postojećih tehnologija, strojeva i opreme radi poboljšanja njihove okolišne pogodnosti i prihvatljivosti, povećanja učinkovitosti, poboljšanja ergonomske i sigurnosne svojstava sredstava za rad, boljšega iskorištavanja energije te poboljšanja i prilagodbe uvjetima gospodarenja i radnomu okruženju.

Sječa i izradba drva nije u potpunosti mehanizirana, već se sastoji od ručno-strojnoga načina rada pomoću motorne pile kojom se stabla obaraju te oblikuju drvni sortimenti. Dorada se može sastojati i od ručnoga



Slika 9. Prosječna količina proizvedenih drvnih sortimenata u mil. m³ za razdoblje 2007. – 2011. s obzirom na fazu proizvodnje i izvršitelje

Fig. 9 The average amount of wood assortments produced (mil. m³) in the period 2007–2011 with respect to production phase and performers

rada i rada ručnim alatom (cijepanje oblica te slaganje kod izradbe metarskoga drva). Razlog zašto se ta radna faza do danas u Republici Hrvatskoj nije potpuno mehanizirala (harvester), za razliku od velikoga broja europskih zemalja s razvijenim šumarstvom, leži upravo u posebnosti sastojinskih i terenskih uvjeta koji prevladavaju u hrvatskim šumama te navedenim ograničenjima koja iz njih izlaze. Prostor za mehaniziranu sječu i izradbu drva pri gospodarenju šumama u Republici Hrvatskoj ipak postoji, što je potvrđeno u istraživanjima Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije pri pokusnom radu harvestera tijekom 2001. i 2002. godine kada su osim dobrih mogućnosti za rad harvestera u nekim našim uvjetima utvrđena i navedena ograničenja za primjenu te vrhunske tehnologije u pridobivanju drva (Krpan i Poršinskiy 2002).

Privlačenje drva, koje je pod velikim utjecajem posebnosti gospodarenja prirodnim šumama Republike Hrvatske, na ravničnim terenima može se podijeliti na privlačenje u oplodnim sječama koje se najčešće obavlja izvoženjem na kotačima forvardera, te na privlačenje u prorednim sječama lužnjakovih šuma koje se obavlja izvoženjem pomoću traktorskih ekipaža, ali poneg-

dje i privlačenjem pomoću adaptiranih poljoprivrednih traktora s vitlima ili malih skidera.

U uvjetima nagnutih terena podjela privlačenja također se sastoji od privlačenja u oplodnim sječama, gdje se najčešće taj posao obavlja velikim skiderima, te na privlačenje u prorednim sječama gdje se koriste mali skideri, a ponegdje i adaptirani poljoprivredni traktori s vitlima te tzv. minižičare.

Daljinski prijevoz drvnih sortimenata u hrvatskom se šumarstvu danas gotovo isključivo odvija kamionskom jedinicom opremljenom hidrauličnim dizalicama za utovar i istovar. Najvažniji su utjecajni čimbenik vezan uz posebnosti hrvatskoga šumarstva koji određuje značajke navedenih strojeva za daljinski prijevoz drva dimenzije i težina drva koje se prevozi, odnosno pripadajuća zakonska ograničenja dopuštenih dimenzija prijevoznoga sredstva te opterećenja prometnica. Stoga se i najvažniji problemi tih poslova sastoje od nepovoljnoga odnosa kapacitiranosti strojeva i dopuštenih količina prijevoza (zakonski dopuštene veličine) koje određuju opterećenje prometnica prevoženim teretom. Najvažnije je pitanje razvoja sredstava za daljinski prijevoz: Kako povećati njihovu korisnu (dopuštenu) nosivost?

Razvoj tehnologija i tehničke sastavnice gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj, zbog činjenice da gospodarski subjekti koji provode to gospodarenje, nemaju vlastiti institut ni razvojna središta, u povijesti se, sve do danas, odvijao i odvija pod snažnim utjecajem plodonosne suradnje hrvatske šumarske znatnosti i prakse.

4. Literatura – References

- Avdibegović, M., N. Petrović, D. Nonić, S. Posavec, B. Marić, D. Vuletić, 2010: Spremnost privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj, Srbiji i BiH na suradnju pri izgradnji i održavanju šumskih prometnica. *Šumarski list*, 134(1–2): 55–64.
- Bedžula, D., M. Slabak, 1974: Razvoj mehanizacije šumskih radova na području istočne Slavonije – stanje danas i perspektive. *Zbornik o stotoj obljetnici znanstvenoga i organiziranoga pristupa šumarstvu jugoistočne Slavonije*, JAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, posebno izdanje, knjiga 1: 185–204.
- Berg, S., 1992: Terrain Classification System For Forestry Work. Forest Operations Institute »Skogsarbeten«, str. 1–28.
- Beuk, D., Ž. Tomašić, D. Horvat, 2007: Status and development of forest harvesting mechanisation in Croatian state forestry. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28(1): 63–82.
- Horvat, D., 2000: Neke značajke šumskih strojeva nove generacije. *Zbornik HAZU »Vrhunske tehnologije u uporabi šuma«*, Zagreb, str. 65–84.

Horvat, D., Ž. Tomašić, 2003: Usporedba penetracijske značajke tla traktorske vlake i vučne značajke adaptiranoga poljoprivrednoga traktora. Glasnik za šumske pokuse, 40: 59–79.

Kranjec, J., T. Poršinsky, 2011: Povijest razvoja motorne pile lančanice. Nova mehanizacija šumarstva, 32(1): 23–37.

Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, Ž. Zečić, 2003: Studija o potrebnosti veličini zglobnoga traktora (skidera) temeljem sastojinskih prilika glavnoga prihoda i primijenjene tehnologije. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–41.

Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 2002: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama mekih i tvrdih listača. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za istraživanja u šumarstvu, Zavod za iskorištavanje šuma, Zagreb, str. 1–40.

Krpan, A. P. B., 1992: Iskorištavanje šuma. U: Đ. Rauš, ur., Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume p.o., Zagreb, str. 153–170.

Martinić, I., 1993: Neke činjenice u svezi sa šumskim radovima. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 4: 321–330.

Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na njezi i obnovi sastojina hrasta lužnjaka. U: D. Klepac, ur., Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. HAZU i »Hrvatske šume« p.o., Zagreb, str. 167–212.

Matić, S., 2009: Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u promijenjenim stanišnim i strukturnim uvjetima. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcija za šumarstvo, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb, str. 1–22.

Matić, S., 2011: Međunarodna godina šuma u svjetlu 50-godišnje uske suradnje hrvatske šumarske znanosti i struke. Uvodnik, Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 1–6.

Mellgren, P. G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. Canadian Pulp and Paper Association, str. 1–13.

Pičman, D., T. Pentek, 2003: Tehničke značajke sekundarnih šumskih prometnica u karakterističnim sastojinskim i stojbinskim uvjetima kao podloga za određivanje pogodnih dimenzija skidera. Znanstvena studija, Zagreb, str. 1–39.

Poršinsky, T., A. P. B. Krpan, I. Stankić, 2004: Djelotvornost strojne sječe i izradbe u sastojinama tvrdih i mekih listača – 4. dio: Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama, Šumarski list, 128(11–12): 665–669.

Sever, S., 1993: Stanje i mogući razvoj mehanizacije u hrvatskom šumarstvu. Mehanizacija šumarstva, 18(1): 3–16.

Sever, S., D. Horvat, 1985: Šumski zglobni traktor snage oko 60 kW. Studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1–187.

Tomašić, Ž., Ž. Sučić, M. Slunjski, M. Polaćek, 2005: Ovodobno stanje prijevoza drva kamionskim skupovima u šumarstvu RH. Nova mehanizacija šumarstva, 26(11): 65–71.

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

Tomašić, Ž., D. Horvat, M. Šušnjar, 2012: Cooperation of Croatian Forestry Science and Practice in Development of Forest Engineering Sector. Proceedings of 45th International Symposium on Forestry Mechanisation – FORMEC »Forest Engineering – Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«, Dubrovnik, Croatia, October 8–12, 2012, str. 1–19.

Vusić, D., N. Rukavina, 2010: Utjecaj rašljivosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvester. Nova mehanizacija šumarstva, 31(1): 37–43.

Abstract

Development of Technologies and Technical Means of Harvesting Operations with Respect to Specific Features of Forests and Forestry in Croatia

In Croatia the development of machinery and technology of wood production is particularly affected by specific features and characteristics of forest management. An exceptionally important feature of our forests is a high proportion of natural forests in the total forest area, which implies a more demanding forest management and more complex processes of forest regeneration and tending.

Felling and wood processing are not fully mechanized and motor-manual methods are usually applied (chainsaws). The main obstacles for further development of the felling and wood processing mechanization are present due to large size and weight of the wood, specific features of wood species and type of wood processing according to quality classes (cut to quality).

Wood extraction is mostly mechanized and the selection of machinery and technology largely depends on the felling method and terrain slope as well as on terrain obstacles. In regeneration fellings in lowland forests and flat terrains, wood is usually extracted by wheel equipped vehicles (forwarders). In thinnings of lowland forests, wheel equipped vehicles and tractors with trailers are also used, as well as adapted farm tractors with winches and small

thinning skidders. The short wood method is applied. On sloped terrain in regeneration and selective fellings, where long wood method is mostly applied, wood is extracted by heavy and middle sized skidders.

In thinnings on sloped terrains, small sized skidders are used for wood extraction, as well as adapted farm tractors with winches and adapted cable-supported transport systems.

In case of eligible conditions, some machines are used in activities outside their scope, thus considerably increasing the overall utilization.

Further transport is almost entirely carried out by truck units, and here the main constraints are the laws and regulations on permitted road loads. Therefore, a lot of effort is put into trying to increase the payload by using lighter materials for load-bearing parts of trucks and trailers. The possibility is also considered of loading and transporting wood assortments using truck units without cranes.

The organization and implementation of wood transport have been developed and improved and the overall production costs have been reduced due to the use of modern communication systems (e.g. FMS).

The most important features of the development of wood harvesting machinery and technology in the Croatian forestry can be characterized by two main trends (targets):

Develop our own machinery and equipment as a component of a specifically designed original technology suitable for forest management practices and working conditions in the Republic of Croatia.

Research and develop the existing technology, machinery and equipment aimed at improving environmental eligibility, efficiency, ergonomics, working tools safety and energy efficiency, as well as at improving and adapting to management and work conditions.

Keywords: forest management characteristics, specific natural condition, machinery, technology, felling and wood processing, extraction, wood transport

Autorova adresa – Author's address:

Dr. sc. Željko Tomašić
e-pošta: zeljko.tomasic@hrsume.hr
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Farkaša Vukotinovića 2
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (Received): 16. 10. 2012.
Prihvaćeno (Accepted): 10. 12. 2012.

Inovacije u kamionskom prijevozu drva – »One Stack More«

Marko Zorić

Nacrtak – Abstract

Uspješnost kamionskog prijevoza drva ovisi o nizu čimbenika od kojih su neki pod utjecajem šumarske struke (tehnička izvedba kamionskih skupova, organizacija pomoćnog stovarišta), dok se na zakonske propise vezane za prijevoz drva na javnim prometnicama ne može utjecati. U ovom radu je opisan niz tehničkih rješenja koja se primjenjuju u kamionskom transportu drva, koja svojom primjenom povećavaju iskorištenje kamionskih skupova te smanjuju utjecaj na okoliš. Rezultati švedskog projekta »One stack more« prikazuju nova tehnička, tehnološka i tehnologijska rješenja pri izvedbi kamionskog skupa za transport drva, koja se ogledaju u većoj nosivosti kamionskoga skupa uslijed većeg broja osovina i dodatne poluprikolice (u odnosu na standardni kamionski skup u Švedskoj), korištenje lakših materijala pri gradnji konstrukcijskih elemenata prikolica i poluprikolica te izostavljanje hidraulične dizalice.

Ključne riječi: kamionski skupovi, ETT, daljinski transport drva, okolišna pogodnost

1. Uvod – Introduction

Transport drva seže u daleku prošlost i javlja se zajedno s prvim počecima uporabe drva. Razvoj civilizacije, pa tako i primjene drva kao konstrukcijskog i građevinskog materijala, dovodi do razvoja cjelokupnog sustava osmišljenog i organiziranog iskorištavanja šuma, a time i transporta drva na veće udaljenosti. U počecima transporta drva, transport se odvijao prvenstveno plovnim vodenim putovima te uz pomoć animalne vuče. Ovako opisana razina transporta drva nije se mijenjala dugi niz godina sve do 19. stoljeća kada započinje uporaba željeznica drvenih tračnica s konjskom vučom. Tek se krajem toga stoljeća javljaju mehanizirano privlačenje i šumske željeznice. Kako navodi Brown (1949) u Europi se kamionski prijevoz drva eksperimentalno uvodi 1909. godine, a od 1913. započinje komercijalna uporaba kamiona u prijevozu drva. U Hrvatskoj se između dva svjetska rata počinju rabiti šumski kamioni (Malnar 2000), kojima se danas prevozi gotovo 85 % svega drva, tako da su postali najznačajnija sastavnica daljinskog transporta uz istodobno znatno manju uporabu željeznice. Razlozi ovome mogu se naći u razvoju kamiona i kamionskog transporta u cjelini, gradnji takve mreže javnih putova koja je omogućila masovnu uporabu kamiona te u otvaranju šuma gradnjom kamionskih cesta (Horvat i

Šušnjar 2002). Kako se kamioni za prijevoz drva u hrvatskom šumarstvu koriste dugi niz godina stečeno je veliko iskustvo u njihovom korištenju i doradi velikoserijskih inačica, te se tako danas u hrvatskom šumarstvu koriste različite izvedbe kamionskih skupova. Različiti su autori različito imenovali kombinaciju kamiona s prikolicom ili poluprikolicom. Zbog različitog nazivlja za ista transportna sredstva u ovome će se radu imenovati kamionski sustavi kako ih je definirao Sever (1992)(slika 1):

A – Šumski kamioni bez dizalice – kamion bez dizalice

1 – Šumski kamion bez dizalice

B – Šumski kamioni s dizalicom – kamion s dizalicom ili samo kamion

2 – Šumski kamion s dizalicom montiranom straga

3 – Šumski kamion s dizalicom montiranom sprijeda

C – Šumski kamionski skup s prikolicom

4 – Šumski kamionski skup s prikolicom – kamion s prikolicom

D – Šumski kamionski skup s poluprikolicom

5 – Šumski kamionski skup s jednoosovinskom poluprikolicom

6 – Šumski kamionski skup s dvoosovinskom poluprikolicom – kamion s poluprikolicom

7 – Šumski kamionski skup s dvoosovinskom poluprikolicom bez ruda

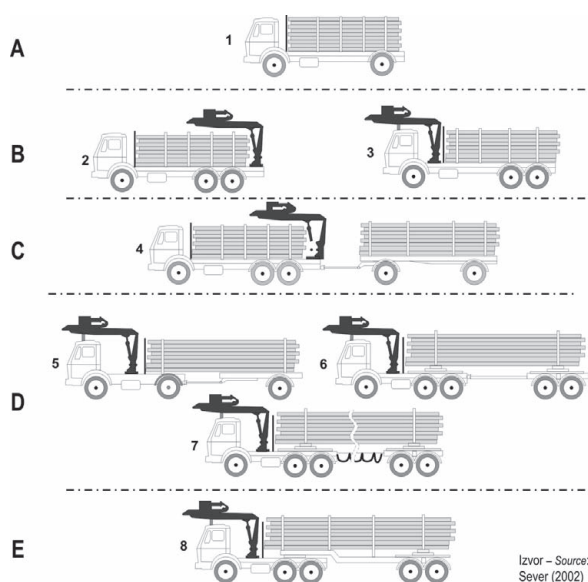
E – Šumski tegljački kamionski skup

8 – Šumski kamionski skup s tegljačkom dvoosovinskom poluprikolicom

Kako navodi Krpan (1992) jedna od temeljnih značajki kamionskog transporta je njegova autonomnost i prilagodljivost. Autonomnost i fleksibilnost kamionskih skupova postignuta je ugradnjom hidrauličkih šumskih dizalica na svaki kamion. Zanimljiv je i podatak da je 1988. godine uz 400 kamiona koji su radili na prijevozu drva bilo oko 300 montiranih dizalica, što znači da je gotovo 100 kamiona pripadalo skupini A1 sa slike 1. Već 1995. godine, kada se broj kamiona u trgovačkom društvu »Hrvatske šume« d.o.o smanjio na 250, rabilo se 236 dizalica, što znači da su gotovo svi kamioni bili njima opremljeni. Ako se uzme u obzir da su u ukupnom broju kamiona uvršteni i oni malih nosivosti (ispod 7 t) može se gotovo sa sigurnošću tvrditi da je svaki kamion za daljinski transport te godine bio opremljen šumskom dizalicom. Isto tako podatak da je tada bilo 234 prikolice ukazuje da su gotovo svi kamioni bili kamionski skupovi (Krpan i dr. 2002).

Tomašić i dr. (2005) navode mjere koje bi se trebale poduzeti kako bi se povećala učinkovitost i samim time smanjili troškovi kamionskog prijevoza. Povećanje korisne nosivosti moguće je ostvariti smanjenjem vlastite mase kamiona:

⇒ povoljnijim konstrukcijskim rješenjima šumarske nadogradnje, uz upotrebu boljih i lakših vrsta materijala



Izvor – Source:
Sever (2002)

Slika 1. Različite izvedbe kamionskih sustava

Fig. 1 Different designs of truck units

⇒ ugradnjom lakše dizalice jednakih mogućnosti i poboljšanih tehničkih značajki

⇒ izborom kamionskog skupa s lakšim i drugačije riješenim sklopovima

⇒ uvođenjem kombiniranih načina prijevoza kamionskih skupova s dizalicom i bez dizalice.

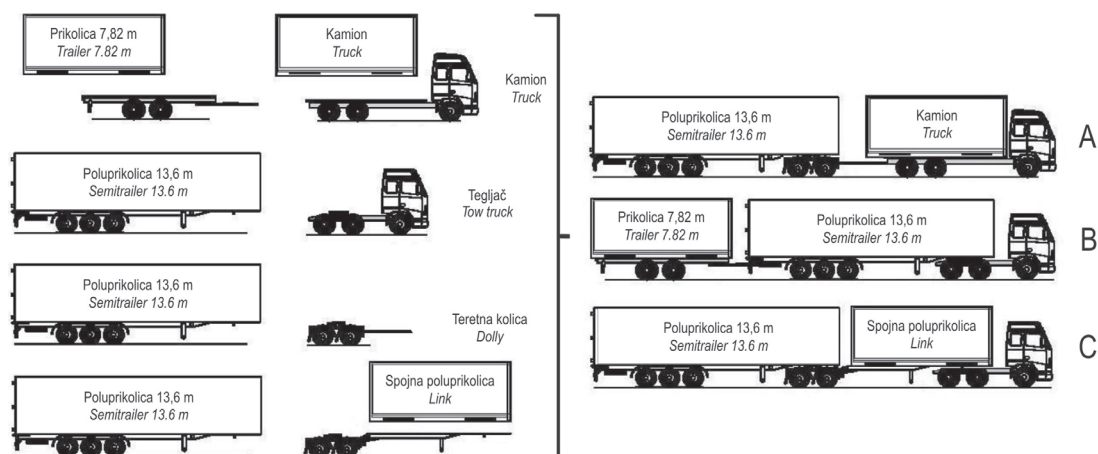
Malnar (2000) navodi kako uspješnost kamionskog prijevoza drva ovisi o nizu čimbenika od kojih su neki pod utjecajem šumarske struke; kao npr. tehnička izvedba kamionskih skupova, organizacija pomoćnog stovarišta, dok se na zakonske propise o dimenzijama i nosivosti kamionskih kompozicija, ograničenju brzine vožnje, stanju i opterećenosti prometnica ne može utjecati. Na kamionski prijevoz drva temeljno utječu zakonska ograničenja o dopuštenim dimenzijama i osovinskim opterećenjima kamionskih skupova. Kako bi šumari riješili taj problem moraju se tražiti nova tehnička, tehnološka i tehnologijska rješenja. Jedno od takvih rješenja dolazi iz Švedske, gdje je u siječnju 2009. godine započeo skupni projekt nazvan »One stack more«.

2. Problematika – Problem scope

Europska unija u svom zakonodavnom okviru striktno propisuje dopuštene dimenzije i mase pri kamionskom daljinskom transportu roba između zemalja članica. Švedska i Finska su izuzete iz tih propisa zbog vremenskih uvjeta te zbog udaljenosti na koje se roba mora prevoziti. No, čak i prije uvođenja takvog zakonodavnog okvira, obvezujućeg za članice EU, Švedska i Finska u svojim zakonodavnim okvirima su propisale dopuštene dimenzije kamionskih skupova na 24 m dužine, te dopuštenu masu na ukupno 60 tona, dok većina ostalih članica, i prije i poslije donošenja zajedničkog propisa, imaju dopuštene dimenzije od 18,75 m dužine i 40 tona ukupne mase. Godine 1997. usvojen je propis koji dozvoljava povećanje dimenzija u kamionskom prijevozu drva i to za dužinu na 25,25 m, odnosno povećanje ukupne mase na 60 tona, ali isključivo ako se kamionski skup sastoji od vučnog i vučenog vozila koje propisuje i dopušta Europski modularni sustav (*European modular system – EMS*), prikazane na slici 2.

Iako se ovaj propis ne odnosi samo na Švedsku i Finsku, nego na sve članice EU, jedino Švedska i Finska prihvaćaju povećanje dimenzija i masa kamionskih skupova (Åkerman i Jonsson, 2007), a ostale članice EU imaju propisane dimenzije prikazane u tablici 1. U međunarodnom prijevozu, propisi EU, ne dopuštaju dimenzije veće od 18,75 m i 40 tona.

Prema Ericsonu i dr. (2010) upotreba dugačkih kamionskih kompozicija u svijetu nije nepoznanica. Tako



Slika 2. Vozila europskog modularnog sustava – EMS-a sa mogućim varijacijama; A) Kamion, teretna kolica i poluprikolica; B) Tegljač, poluprikolica i prikolica; C) Tegljač, spojna poluprikolica i poluprikolica

Fig.2 Vehicles of European modular system (EMS) with possible combinations; A) Truck, dolly and semitrailer; B) Tow truck, semitrailer and trailer; C) Tow truck, link and semitrailer

Tablica 1. Prikaz zakonom dopuštenih dimenzija u nekim zemljama EU i Republici Hrvatskoj (Izvor: Sveriges Åkeriföretag, 2006 prema Kjell i Westerlund 2009)

Table 1 Dimensions allowed in some countries of EU and Republic of Croatia (Source: Sveriges Åkeriföretag, 2006 according to Kjell and Westerlund 2009)

Država – Country	Dužina (m) ¹ Length (m) ¹	Širina (m) ² Width (m) ²	Visina (m) Height (m)	Masa (tone) Weight (tons)
EU standard	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	40/44 ³
Švedska – Sweden	24/25,25 ⁴	2,60/2,55(2,60) ⁴	4,50 ⁵	60
Finska – Finland	22/25,25 ⁴	2,60/2,55(2,60) ⁴	4,20	60
Danska – Denmark	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	48
Nizozemska – Netherlands	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	50
Italija – Italy	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	44
Luksemburg – Luxembourg	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	44
Belgija – Belgium	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	44
Češka – Czech Republic	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	48
Francuska – France	16,50/18,75	2,55(2,60)	Nema ograničenja	40/44 ³
Irska – Ireland	16,50/18,35	2,55(2,60)	4,25	40/44 ³
Velika Britanija – Great Britain	16,50/18,75	2,55(2,60)	Nema ograničenja	44
Norveška – Norway	17/18,50	2,55(2,60)	Nema ograničenja	50
Hrvatska ⁶ – Croatia ⁶	16,50/18,75	2,55(2,60)	4,00	40/44

¹ Kamion s poluprikolicom/Kamion s prikolicom – Truck with semi-trailer / Truck with trailer – road-train,

² Brojevi u zagradama predstavljaju dimenzije vozila s hladnjačom debljine stijenke 45 mm

² Numbers inside parentheses represent superstructures of conditioned vehicles (45 – mm wall width)

³ ISO kontejner 44 tone – ISO containers 44 tons,

⁴ Kombinacija vozila po EMS-u – EMS vehicle combination,

⁵ U Švedskoj ne postoji ograničenje visine, ali prepreke niže od 4,5 m moraju biti označene znakovima,

⁵ No height limit in Sweden, but obstacles under 4.5 m must be marked with signs by road »keepers«,

⁶ Dimenzije preuzete iz Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila na cestama, 2008: Narodne novine br. 51/10,

⁶ Dimensions taken from Official Gazette »Narodne novine«, No. 51/10,

Tablica 2. Zaključci Åkerman i Jonsson-a o korištenju EMS sustava
Table 2 Conclusions of Åkerman and Jonsson on the use of EMS system

Područje utjecaja <i>Area of influence</i>	Najpozitivniji utjecaj <i>Most positive influence</i>	Najnegativniji utjecaj <i>Most negative influence</i>	Rezultat <i>Result</i>
Okoliš – <i>Environment</i>	Smanjena potrošnja po jedinici prevezenog tereta <i>Less fuel consumption per transported cargo unit</i>	Moguće povećanje udjela cestovnog prometa <i>May increase the market share of road transports</i>	+
Gospodarstvo, na nižoj razini <i>Economy, micro level</i>	Smanjenje troškova prijevoza <i>Reduced transport cost</i>	Povećanje potrošnje goriva i troškova održavanja po vozilu <i>Increased fuel consumption and maintenance per vehicle</i>	+
Gospodarstvo, na višoj razini <i>Economy, macro level</i>	Učinkovitiji prijevoz, smanjenje ukupnih troškova <i>More efficient transport, lower total costs</i>	Potreba za prilagodbom cestovne infrastrukture <i>May need infrastructural adjustment</i>	+
Broj vozila – <i>Congestion</i>	Manji broj vozila prevozi istu količinu dobara <i>Fewer vehicles transporting the same amount of goods</i>	Moguće povećanje udjela cestovnog prometa <i>May increase the market share of road transport</i>	+/-
Sigurnost u prometu <i>Traffic safety</i>	Manji broj vozila prevozi istu količinu dobara <i>Fewer vehicles transporting the same amount of goods</i>	Značajke vozila mogu utjecati na broj prometnih nesreća <i>Vehicle characteristics may increase the accident rate</i>	+/-
Utjecaj na ostale vrste transporta <i>Consequence on other transport modes</i>	Olakšava razvoj intermodalnog prijevoza <i>Facilitates intermodal transport</i>	Moguće povećanje udjela cestovnog prometa <i>May increase the market share of road transport</i>	+/-

autor navodi da, prema OECD (2010) i Mellin i Ståhle (2010), kamionski skupovi kakvi se danas koriste u Švedskoj, koriste se također i u SAD-u, Meksiku, Kanadi, Brazilu i Australiji. Najveći kamionski skupovi koriste se u Australiji, dimenzija su 53,5 m dužine i smiju dosežati ukupnu masu od 125 tona (NTC 2009, Mellin i Ståhle 2010).

Åkerman i Jonsson (2007) opisuju prednosti i nedostatke korištenja EMS sustava (tablica 2). Pozitivni učinci korištenja EMS sustava su smanjenje potrošnje goriva, što utječe na smanjenje troškova transporta. Nadalje upotrebom dužih vozila koja prevoze veće količine tereta smanjio bi se i broj vozila koje prometuju na cestama te da ne bi trebali imati negativni utjecaj na sigurnost prometa. Negativni učinak koji navode je taj da bi se upotrebom EMS sustava povećao udio cestovnog transporta na račun drugih vrsta transporta, ali smatraju da bi se budućim razvojem ostalih vrsta transporta taj negativni učinak anulirao.

Lumsden (2004) istražuje utjecaj povećanih masa i dimenzija kamionskih skupova na sigurnost cestovnog prometa. Autor navodi kako, prema istraživanju Švedskog nacionalnog cestovnog i prometnog instituta, nema značajne razlike u vremenu potrebnom za pretjecanje kamionskog skupa standardnih dimenzija (18,75 m) i kamionskih skupova većih dimenzija. Pozitivan utjecaj na sigurnost cestovnog prometa je taj da se smanjuje broj vozila na cestama te se na takav način smanjuje mogućnost nastanka prometnih nesreća.

3. ETT-Modularni sustav za prijevoz drva – ETT – Modular system for timber transport

Kako je rečeno u uvodu kamionski prijevoz zbog svojih zakonskih ograničenja zahtjeva od šumarskih stručnjaka, ali i od cijelog prometnog sektora, posebnu pažnju kako bi se iznašla nova i što više unaprijedila postojeća tehnička rješenja. Razvojem i tehničkim inovacijama povećava se korisnost kamionskog prijevoza, ne samo na način da se smanjuju troškovi prijevoza drva, nego se smanjuje i štetan utjecaj kamionskog prijevoza na okoliš.

U razdoblju od 2007. do 2011. godine u Švedskoj je razvijan projekt razvoja i unaprjeđenja kamionskog prijevoza drva nazvan ETT (švedska skraćenica za »One stack more«, hrvatski »Jedna složaj više«). ETT je skupni projekt Skogforsk (švedskog šumarskog instituta), švedske Uprave za promet, švedske prijevoznike agencije, šumarskog sektora, Volva, auto industrije Parator, švedske udruge kamionskih prijevoznika. Sveukupno u projekt je uključeno oko trideset različitih organizacija. Ideja ovog projekta je smanjenje emisije CO₂ te smanjenje potrošnje goriva po prevezenoj toni drva.

ETT modularni sustav (slika 3), je nastao na osnovi europskog modularnog sustava, a sastoji se od nekoliko tehničkih inovacija. Umjesto standardnog kamionskog skupa (slika 4) koji se sastoji od kamiona i prikolice ili tegljača, spojne prikolice i poluprikolice,



Slika 3. Kamionski skup One stack more (Izvor: Lindqvist i Bengtsson 2010)

Fig. 3 One Stack More truck unit (Source: Lindqvist and Bengtsson 2010)

Tablica 3. Neki tehnički podaci za ETT i standardni kamionski skup

Table 3 Some technical data for ETT and standard truck unit

	One Stack More (ETT)	Standardni kamionski skup* Standard truck unit**
Ukupna dužina (m) – Total length (m)	30	24
Ukupna dopuštena masa (t) Maximum allowable mass (t)	90	60
Korisna nosivost (t) – Useful load (t)	66	42
Broj osovine – Number of axles	11	7 – 9
Osovinsko opterećenje (t) – Axle load (t)	8 – 9	8 – 10

*kamionski skup bez dizalice

**truck unit without crane

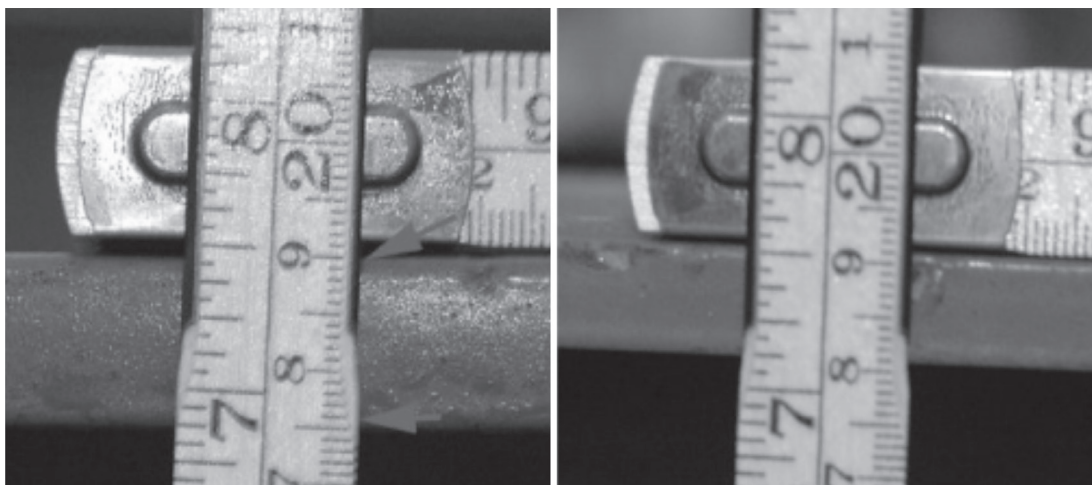
ETT se sastoji od kamiona, teretnih kolica, spojne poluprikolice i poluprikolice (slika 3 i 5). Osnovu ovog modularnog sustava je Volvo FH16 s 660 konjskih snaga i formule pogona 6×4. Vučena vozila su napravljena od posebne vrste čelika DOMEX 700 MC (slika 6) te su sve osovine kamionskog skupa opremljene vagama, kako se ne bi prekoračili propis o dopuštenoj nosivosti. Novi materijal posjeduje znatno veću čvrstoću (700 MPa) nego klasični materijali (350 MPa) koji su se koristili prilikom izrade kamionskih skupova, uz to manje je mase od klasičnog materijala što vučena vozila ETT-a čini lakšima od standardnih vučenih vozila, čime je omogućen prijevoz veće količine korisnog tereta (tablica 3). Neopremanje kamionskog skupa dizalicom još je jedno od tehničkih rješenja dodatno smanjuje početnu masu ETT sustava. Takav način nadogradnje šumskog kamionskog skupa



Slika 4. Standardni kamionski skup u Švedskoj

Fig. 4 Standard truck unit in Sweden

	Kamion <i>Timber truck</i>	Teretna kolica <i>Dolly</i>	Spojna poluprikolica <i>Link</i>	Poluprikolica <i>Semitrailer</i>
Osovinska opterećenja <i>Axle loads</i>				
Neopterećeno vozilo <i>Empty vehicle</i>	5900	3000	1855	1483
Opterećeno vozilo <i>Loaded vehicle</i>	7850	9070	8530	7770
Zakonsko dopuštenje <i>Max permitted</i>	9000	9500	9000	8000

Slika 5. Osovinska opterećenja kamionskog skupa *One stack more***Fig. 5** Axle load of *One Stack More* truck unit**Slika 6.** Usporedba debljine klasičnog i novog čelika korištenog za izradu kamionskih skupova**Fig. 6** Comparison of thickness of old and new steel used in truck unit construction

uskraćuje mu njegovu autonomnost i fleksibilnost te zahtjeva detaljniju organizaciju kako pomoćnog tako i glavnog stovarišta, na kojem se mora nalaziti pomoćna utovarna naprava (slika 7). Zbog upotrebe vučenih vozila iz Europskog modularnog sustava (EMS), omogućeno je brzo i jednostavno spajanje vučenih vozila i na taj način stvaranje najučinkovitije kombinacije za transport zavisno od vrste cesta kojima se kreće, npr. veće kombinacije za autoceste, a kraće ili robusnije za manje ceste lošije kvalitete.

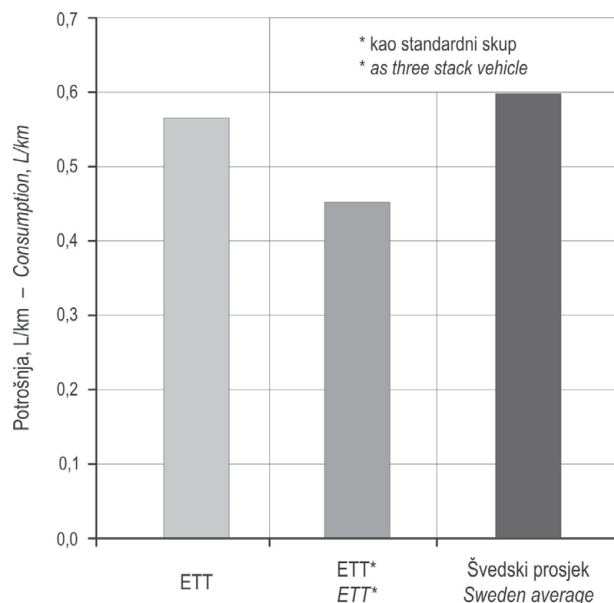
Od siječnja 2009. do prosinca 2010. ETT vozilo iz projekta prevozi drvo s međustovarišta Överkalix do SCA drveno industrijskog postrojenja u blizini Piteå, udaljenog 160 km. Tijekom tog perioda praćena je potrošnja goriva pomoću Dynafleet sustava koji je ugrađen u kamion. Provedene studije su pokazale da ETT

**Slika 7.** Standardni kamionski skup u Švedskoj**Fig. 7** Standard truck unit in Sweden

Tablica 4. Troškovi prijevoza**Table 4** Transport costs

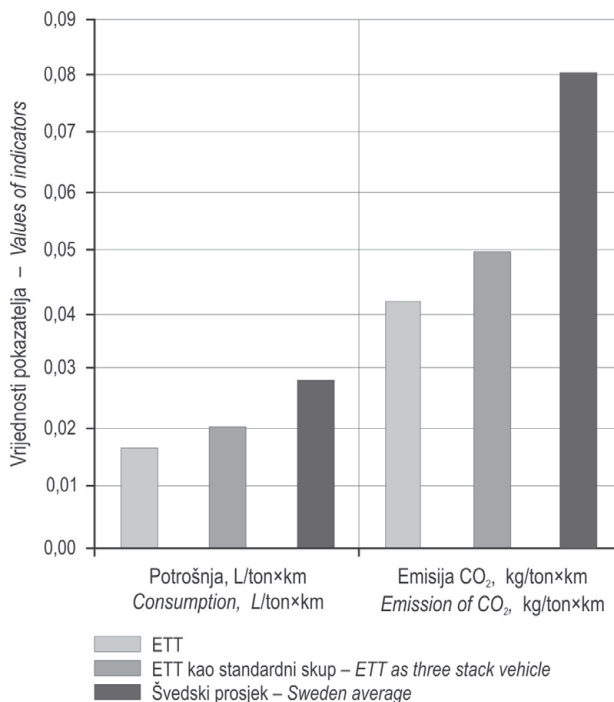
	One Stack More (ETT)		Standardni kamionski skup – <i>Standard truck unit</i>	
		SEK		SEK
Fiksni troškovi – <i>Fixed costs</i>	3,75 dana po 700 SEK	2650	5,75 dana po 600 SEK	3500
Cijena km – <i>Km costs</i>	4890 km × 9,56 SEK	46750	7500 km × 7,71 SEK	57800
Vozač, redovan rad, h – <i>Driver, normal working hours, h</i>	75	20400	115	31250
Prekovremeni rad, h – <i>Overtime, h</i>	30	1200	46	1850
Utovarivač – <i>Loader</i>		8000		8000
Ukupno – <i>Total</i>		79000		102400

kamionski skup pri punom opterećenju od 90 tona u prosjeku potroši 0,54 L/km pogonskog goriva. Uz ove provedene studije, provedena je još jedna gdje je praćena potrošnja goriva kada je ETT kamionski skup sastavljen od tri dijela, kamiona, teretnih kolica i poluprikolice, čime ukupna masa opterećenog kamionskog skupa ETT ne prelazi 60 tona, što se može usporediti s standardnim kamionskim skupovima kakvi se koriste u Švedskoj, te je imao potrošnju goriva od 0,43 L/km (slika 8). Pošto se ovdje radi o kamionskom prijevozu, važniji pokazatelj od potrošnje goriva po prijađenom kilometru je potrošnja goriva po prevezenoj toni tj. potrošnja po ton-kilometru. Iz slike 9 je razvidno da je

**Slika 8.** Potrošnja goriva L/km**Fig. 8** Fuel consumption L/km

potrošnja po ton-kilometru puno manja u usporedbi s standardnim kamionskim skupovima, što sami time utječe na značajno smanjenje emisije CO₂.

Do prosinca 2010. godine ETT je napravio više od 1600 turnusa te prilikom toga potrošio 276 000 litara goriva, ukupno je prevezeno 106 000 tona drva. Da bi se ista količina drva prevezla standardnim kamionima bilo bi potrebno 2500 turnusa i potrošilo bi se 347 000 litara goriva. Ušteda koju je ostvario ETT je 71 000 litara

**Slika 9.** Potrošnja goriva i emisija CO₂**Fig. 9** Fuel consumption and emission of CO₂

Tablica 5. Prijedlog daljnjeg razvoja po Lindhqvist i Bengtsson (2010)
Table 5 *Proposals for further development by Lindhqvist and Bengtsson (2010)*

Prva skupina važnosti – značajan utjecaj na potrošnju goriva <i>Needs of primary importance – substantial effect on fuel consumption;</i>
Smanjenje otpora zraka – <i>Reduced aerodynamic drag</i> Smanjene emisije – <i>Lowered emissions</i> Smanjenje otpora kotrljanja – <i>Decreased rolling resistance</i> Povećanje iskorištenja goriva – <i>Improved fuel efficiency</i> Povećanje nosivosti – <i>Increased loading capacity</i>
Druga skupina važnosti – manji utjecaj na potrošnju goriva <i>Needs of secondary importance – some effects on fuel consumption;</i>
Povećanje prosječne brzine – <i>Improved average speed</i> Poboljšanje klimatizacije kabine – <i>Improved climate control in cab</i> Poboljšanje sustava za određivanje mase tovara <i>Improved weight control</i> Poboljšanje kontrole vučnog otpora – <i>Improved traction</i> Klizno radno vrijeme – <i>Flexible driving hours</i>
Treća skupina važnosti – ostali povoljni utjecaji <i>Needs of tertiary importance – other beneficial effects</i>
Lakša dostupnost – <i>Improved accessibility</i> Poboljšanje elektro inсталacija na ETT sustavu <i>Reliable electric cable solutions</i> Smanjenje negativnog utjecaja na cestu – <i>Reduced road wear</i> Poboljšanje preglednosti – <i>Improved visibility for driver</i> Poboljšana signalizacija kamionskog sustava – <i>Improved visibility of truck</i> Poboljšanje sigurnosti vozača i ostalih sudionika u prometu <i>Improved safety for driver and other road users</i> Poboljšanje kočionog sustava – <i>Improved braking</i> Poboljšanje utovara i osiguranja tovara – <i>Improved loading and fastening</i> Unaprijeđenje kabine kamiona – <i>Improved driver environment</i>

goriva ili 20 %. Ako se još u obzir uzme emisija CO₂, koja prema švedskom naftnom institutu iznosi 2,54 kg/L, tada je ETT imao manju emisiju za 180 tona u usporedni s konvencionalnim kamionskom skupom.

Unutar provedene studije je i izračun troškova koji je izračunat na temelju prevezenih 1000 m³ (tablica 4). Fiksni troškovi ETT-a su veći i iznose 700 SEK po deset satnom radnom danu, dok su troškovi konvencionalnog kamionskog skupa 600 SEK. Smanjenje troškova proizlazi iz toga što ETT preveze jednaku količinu tereta u četiri dana, dok konvencionalnom kamionskom skupu je za to potrebno šest dana, što u konačnici daje manje troškove prijevoza ako se koristi ETT. Također se troškovi smanjuju i zbog potrošnje goriva, a i ispla-

ćuje se manji broj dnevnica. Konačna razlika iznosi SEK 23 500 ili 23 SEK/m³ (Löföth and Svenson 2011).

Vrlo važan dio ovog projekta predstavlja i sigurnost u prometu. Zbog svoje dužine ETT predstavlja potencijalnu opasnost u cestovnom prometu, jer je potrebno više vrijeme za pretjecanje takvog kamionskog skupa. Skogforsk i VTI, švedski prometni institut, proveli su studiju utjecaja ETT-a na promet. U razdoblju od tri mjeseca obradili su preko 1700 obilaženja i nisu utvrdili nikakve anomalije. Na sigurnost ETT-a u prometu značajno pridonosi i novi sustav kočnica. Wabco je razvio elektronički kočioni sustav (EBS – eng. *electronic braking system*), koji je postavljen na sve osovine, tako da prilikom kočenja kočiona sila jednako raspodijeljena po osovina. Još jedan od bitnih utjecaja ETT-a na sigurnost u prometu je i taj, da se pomoću ETT-a prevozi više korisnog tereta, te se na taj način smanjuje broj vozila na cestama, što je jako bitan čimbenik za sigurnost u prometu.

Prilikom razvoja ovog projekta, postavilo se pitanje utjecaja ETT-a na ceste, jer se moglo pretpostaviti da će zbog svoje ukupne velike mase (90 tona) prouzročiti veća oštećenja nego standardni kamionski skupovi. Zbog te pretpostavke na jednom dijelu puta kojim se kretao ETT u cestu su ugrađeni senzori na različite dubine kako bi se izmjerio pritisak koji ETT prenosi na cestu. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je da nema značajne razlike, jer se pritisak na cestu prenosi preko osovine, pa tako ETT sa svojih jedanaest osovine ima jednak učinak kao i konvencionalni kamion sa sedam osovine.

Lindhqvist i Bengtsson (2010) razrađuju mogućnosti i daju smjernice za daljnji razvoj ETT sustava. Prijedloge za daljnji razvoj dijele u tri skupine ovisno o važnosti, s time da se najveća važnost pridaje potrošnji goriva. Prikaz njihovih prijedloga je u tablici 5.

3. Zaključak – Conclusion

Kako je daljinski prijevoz drva kamionima najskuplji oblik daljinskog prijevoza drva potrebno je iznaći tehnička i organizacijska rješenja kako bi se smanjili troškovi prijevoza. Neka od tehničkih rješenja koja su opisana u ovome radu su u suglasju s prijedlozima koje donosi Tomašić i dr. (2005). Tako bi se upotrebom lakših materijala povećala korisna nosivost kamionskih skupova, čime bi se smanjio trošak prijevoza po jedinici proizvoda, a uz to bi došlo do smanjenja potrošnje goriva i emisije štetnih plinova po toni prevezenog drva. Još jedno od tehničkih rješenja za povećanje nosivosti kamionskog skupa je i ne postavljanje hidrauličke dizalice na kamionski skup. Iako bi se na taj način povećala nosivost, izostanak dizalice izravno

utječe na autonomnost kamionskog skupa. Kako bi se povećala nosivost, a zadržala autonomnost kamionskih skupova i izbjeglo korištenje dodatnih strojeva za utova drva, potrebno je istražiti mogućnost korištenja montažno-demontažnih hidrauličkih dizalica koje bi bile stacionirane na pomoćnom stovarištu.

Iako se ETT kamionski skup ne može primjenjivati u Republici Hrvatskoj zbog zakonom propisanih ograničenja (»Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama« NN 51/10), može poslužiti kao temelj tehničkih i organizacijskih inovacija za daljnji razvoj kamionskog prijevoza u Republici Hrvatskoj.

4. Literatura – References

- Åkerman, I., Jonsson, R., (2007): European Modular System for Road Freight Transport – experiences and possibilities. KTH Department of Transportation and urban economics. Stockholm: TFK TransportForsk AB.
- Brown, N. C., 1949: Logging. The principle and methods of harvesting timber in the United States and Canada. John Wiley & Sons, Inc. New York, Champan & Hall, Ltd, London.
- Ericson, J., Linberg, G., Mellin, A., Vierth, I., 2010: Co-modality – The socio-economic effects of longer and/or heavier vehicles for land-based freight transport. The 12th World Conference on Transportation Research, July 11-15 2010, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.
- Horvat, D., Šušnjar, M., 2002: Istraživanje tehničkih značajki šumskog kamionskog skupa Scania, Šumarski fakultet, ZIŠ, str. 1–25.
- Kjell, M., Westerlund, K.R., 2009: Feasibility of Longer Combination Vehicles A pre-study of Longer Combination Vehicles in hub to hub long haulage of mixed goods. Master of Science Thesis, Department of Technology Management and Economics, Division of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, str. 1–90.
- Krpan, A. P. B., 1992: Analiza čimbenika daljinskog transporta drva kamionima. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- Krpan, A.P.B., Horvat, D., Poršinsky, T., Šušnjar, M., 2002: Tehničke i tehnološke značajke kamiona SCANIA P124 B 6x4 NZ400, prikolice Narkö i dizalica Jonsered 1090. Studija, Zavod za iskorištavanje šuma – Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–69.
- Lindhqvist, A., Bengtsson, A., 2010: Development Concept for Timber Truck. Master Thesis, Department of Design Sciences LTH, Lund University, Sweden.
- Löfroth, C., Gunnar, S., 2011: Two years with ETT, Skogforsk, <http://www.skogforsk.se/en/>
- Lumsden, K., 2004: Truck Masses and Dimensions – Impact on transport efficiency. Masses and Dimensions SAG report. Department of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology, Gothenborg, Sweden.
- Malnar, M., 2000: Tehničko-tehnološki čimbenici prijevoza drva u brdsko gorskim uvjetima na primjeru šumarije Prezid, Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–124.
- Mellin, A., Stähle, J., 2010: Omvärlds-och framtidsanalys – Längre och tyngre väg- och järnvägsfordon, VTI Rapport 676.
- NTC (2009a) National Heavy Vehicle Dimensions, Mass Limits och Registration Charges. <http://www.ntc.gov.au/view-page.aspx?documentid=17>
- OECD/ITF, 2010: Moving Freight with Better Trucks.
- Sever, S., 1992: Šumarski strojevi: Tehnička enciklopedija, Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb, 12, str. 519–531.
- Tomašić, Ž., Sučić, Ž., Slunjski, M., Polaček, M., 2005: Ovodobno stanje prijevoza drva kamionskim skupovima u hrvatskom sumarstvu, Nova mehanizacija šumarstva 26 (1): 65–71.
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., 2004, Product Design and Development, 3rd Edition, McGraw-Hill/Irwin, New York.
- <http://www.modularsystem.eu/>, EMS.
- www.akeri.se, Sveriges Åkeriföretag.

Abstract

*Innovations in Long Distance Truck Transportation of Wood
– »One Stack More«*

The efficiency of long distance truck transport of wood depends on various factors, some of which are under the influence of foresters (technical performance of truck units, organization of landing site), while legal regulations of wood transport on public roads are beyond the influence of foresters. This paper deals with technical solutions in long distance wood transport, whose application increases the utilization of truck units and decreases their negative influence on the environment. The results of the Swedish project »One Stack More« show new technical and technological solutions in the design of truck units, which are reflected in the increase of the carrying capacity of truck units due to a higher number of axles, additional semitrailer, use of lighter material for trailers and semitrailers, and no hydraulic crane.

Key words: truck units, ETT, long distance wood transport, environmental viability

Autorova adresa – Author's address:

Marko Zorić, mag. ing. silv.
e-pošta: mzoric@sumfak.hr
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (Received): 20. 6. 2012.
Prihvaćeno (Accepted): 29. 11. 2012.

Vodič za prikupljanje podataka i interpretaciju inovacija u šumarstvu

Mario Šporčić, Matija Landekić, Marija Marjanović

Nacrtak – Abstract

U radu se prikazuju osnovni postupci i elementi mjerenja i analize inovacijskih aktivnosti, opisani u Priručniku za prikupljanje podataka i interpretaciju inovacija izrađenom u Oslu. Obradene su glavne vrste inovacija, inovacijske aktivnosti, okvir mjerenja inovacija, kvalitativni i kvantitativni podaci, istraživački postupci i metode, upitnici, učestalost ispitivanja i dr. Dodatno je u radu prikazano nekoliko inozemnih primjera analize inovacija u šumarstvu, primjeri domaćih inovacija te glavni rezultati dosadašnjih istraživanja inovacija u hrvatskom šumarstvu. Cilj je rada potaknuti daljnje inovacijske aktivnosti u šumarstvu, pružiti smjernice i podloge za ispravno tumačenje inovacija te objektivno praćenje i mjerenje razine inovacijskih aktivnosti u tvrtki.

Ključne riječi: inovacije, mjerenje inovacija, inovacijske aktivnosti, Priručnik iz Osla, šumarstvo

1. Uvod – Introduction

Inovacija općenito označuje uspješno uvođenje novosti. Međutim, kao i većinu općih koncepata, inovacije i inventivnost teško je jednoznačno odrediti te se definicije inovacije značajno razlikuju između pojedinih autora i određenih uskih ili širokih gledišta. Jedan od prvih i glavnih izvora u modernoj inovacijskoj teoriji Josef Schumpeter (1911) daje široku definiciju prema kojoj je inovacija primjena nove kombinacije sredstava za proizvodnju. U ekonomskom smislu Schumpeter (1934) inovacije definira kao etabliranje novoga proizvoda, razvoj novoga proizvodnoga procesa, otvaranje i uspostavu novih tržišta i tržišnih struktura, te razvoj novih izvora dobave sirovih materijala i drugih proizvodnih inputa. Nelson i Winter (1977) inovacijom smatraju značajnu promjenu u proizvodima ili procesima gdje nema prethodnih iskustava, dok Amabile i dr. (1996) smatraju da je inovacija uspješna primjena kreativne ideje unutar organizacije.

Osnovni razlog zašto tvrtke inoviraju leži u poboljšanju njihove poslovne izvedbe, npr. povećanjem potražnje ili smanjenjem troškova. Djelovanje inovacija na poslovanje tvrtke kreće se od učinaka na prodaju i tržišni udio do promjena u proizvodnosti i učinkovitosti. Važni utjecaji na razini nacionalnih gospodarstava i pojedinih gospodarskih grana jesu promjene u

međunarodnoj konkurentnosti i ukupnoj proizvodnosti, prelijevanje znanja iz inovacija u tvrtkama i povećanje ukupne količine znanja u mrežama. Inovacije također mogu unaprijediti izvedbu poduzeća tako da povećaju njihovu sposobnost inoviranja.

Poslovna praksa u razvijenom svijetu danas se temelji na inovacijama. Inovacije se smatraju ključnim čimbenikom rasta i razvoja modernih poduzeća te predstavljaju pokretačku snagu današnje ekonomije mnogih zemalja. U tom smislu ni šumarski sektor ni šumarska poduzeća nisu i ne smiju biti izuzetak. U razvijenim gospodarstvima inovacijama i inovatorima posvećuje se posebna pažnja, a inventivnost visoko kotira na ljestvici sustava vrijednosti. Najvrednijim resursima poduzeća smatraju se znanje, iskustvo i inventivnost. Neke od osnovnih postavki vezanih uz inovacije i inovacijske aktivnosti pritom su:

- ⇒ nove ideje i rješenja temelje se na znanju
- ⇒ svijest o značenju inovacija glavni je predmet gospodarskih programa razvijenih zemalja
- ⇒ bez kvalificiranih radnika tvrtke ne mogu ovladati inovativnim gledištima, tehnologijama i sl.
- ⇒ važan je element inoviranja organizacija kao proces prikupljanja, upravljanja i korištenja novih ideja i rješenja
- ⇒ inovacija je usvojena ako je uvedena na tržište ili ako se koristi u proizvodnom procesu.

Inovacija je primjena nove ili poboljšane ideje, postupka, dobra, usluge ili procesa koja donosi nove koristi ili kvalitetu u primjeni. Inovacijska se aktivnost prikazuje u promjenama koje se održavaju na razini tvrtke i koje uključuju znatan stupanj novosti za tvrtku. U ovom se radu daje pregled glavnih postavki inovacijske teorije i prikaz osnovnih pojmova vezanih uz inovacije (vrste inovacija, inovacijske aktivnosti, inovativne tvrtke...). Uz to se donosi prikaz Priručnika iz Osla (OECD 2005) koji definira upute za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama. Posebno se obrađuju potreba i okvir mjerenja inovacija, sastavnice i pokrivenost inovacijskih aktivnosti, način prikupljanja podataka, metode ispitivanja, upitnici i dr. U završnom dijelu, na nekoliko inozemnih slučajeva, donose se primjeri analize inovacija u šumarstvu. Također se navode primjeri domaćih inovacija i daje kratak pregled dosadašnjih istraživanja inovacija u hrvatskom šumarstvu.

Rad je nastao kako bi se dodatno osvijestila potreba za dobrim poznavanjem koncepta i uloge inovacija, kako u znanosti i tehnologiji, tako i u gospodarstvu. Namjera je pritom naglasiti njihovu prijeku potrebu i u području šumarstva. Prikazom Priručnika iz Osla pruža se instrument za ispravno tumačenje inovacija te objektivno praćenje i mjerenje razine inovacijskih aktivnosti u tvrtki. Upute i osnove koje daje Priručnik šumarskim stručnjacima mogu poslužiti kao smjernice i putokaz u načinu interpretacije i analize inovacija. Prikazom primjera i rezultata inovacijskih istraživanja cilj je pružiti informaciju o karakteristikama inovacija u hrvatskom šumarstvu te potaknuti daljnji, jači razvitak inovacijskih aktivnosti.

2. Materijal, metode i ciljevi – *Material, methods and aims*

Sposobnost je određivanja i mjerenja inovacijskih aktivnosti, značajki inovacijskih tvrtki i čimbenika koji utječu na inovacije preduvjet za primjenu i provođenje politika usmjerenih na poticanje inovacija. Osnovne metode i postupci prikupljanja, analize i interpretacije inovacija koji se prikazuju u radu vezani su uz dosadašnja nastojanja i napore uložene u bolje razumijevanje inovacija i njihova ekonomskoga utjecaja. Prikazana istraživanja temelje se na Priručniku za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama (*Oslo Manual – Guidelines for collecting and interpreting innovation data*, OECD 2005).

Priručnik iz Osla, koji su razvili Eurostat¹ i OECD², pripada skupini priručnika posvećenih mjerenju i interpretaciji podataka povezanih sa znanosti, tehnologijom i inovacijama (*Frascati Manual, Canberra Manual* – OECD 2002, 1995). Prvo izdanje Priručnika iz Osla, objavljeno 1992. godine, nastalo je zbog potrebe za jasnim konceptom i alatima u istraživanju inovacija. Po njemu provedena usporedna istraživanja (EU, Australija, Kanada) pokazala su da je moguće razviti i prikupiti podatke o složenim i diferenciranim inovacijskim procesima. To je dovelo do drugoga izdanja Priručnika 1997. godine. U trećem izdanju (2005) obnovljeni su okvirni koncepti, definicije i metodologija, uključena su ispitivačka iskustva i pokriveno više gospodarskih grana. U Priručnik su uvedene marketinške inovacije, naglašena je uloga veza između tvrtki i institucija u inovacijskom procesu, prepoznata je važnost inovacija u niskotehnološkim sektorima i granama s manje intenzivnim razvojem i istraživanjem. Također je uključen dodatak o inovacijama u zemljama nečlanicama OECD-a.

Priručnik iz Osla bavi se inovacijama na razini tvrtke i cilj mu je pružiti međunarodno primjenjive smjernice za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama. Sam po sebi Priručnik je u prvom redu važan prilog prihvaćanju i promoviranju inovacija te predstavlja napredak u razumijevanju inovacijskih procesa, njihove analize i interpretacije.

U ovom će se radu na osnovi Priručnika iz Osla obraditi pojmovi koji su važni za razumijevanje inovacijskoga procesa, a detaljnije će se prikazati elementi vezani uz prikupljanje podataka, mjerenje, analizu i interpretaciju inovacija. Primjeri inovacija u šumarstvu, inozemni i domaći, izabrani su na osnovi provedenih istraživanja inovacija u šumarstvu srednje Europe (Rametsteiner i dr. 2005), odnosno prikaza novih ideja i rješenja uvedenih u hrvatsko šumarstvo (Bukovina 2011). Kao informacija o stanju i primjeni inovacija u domaćem šumarstvu poslužili su rezultati istraživanja inovativnosti i kreativnosti u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb (Posavec i dr. 2011).

Cilj je rada da prikazom jednoga od temeljnih svjetskih dokumenta o mjerenju i analizi inovacija šumarskoj struci u Hrvatskoj omogući bolje razumijevanje inovacija i inovacijskih aktivnosti, te njihovo značenje i važnost kako u drugim poslovno-proizvodnim sustavima, tako i u šumarstvu. Namjera je podići svijest o potrebi za inovacijama u šumarstvu te istodobno

¹ Eurostat – statistički ured Europske unije (EU) sa sjedištem u Luxemburgu.

² OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development – Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj.

olakšati postupke mjerenja i upravljanja inovacijama. Nastoji se upozoriti na važnost uspostavljanja jedinstvene metodologije u načinu prikupljanja podataka i analizi inovacijskih aktivnosti. Prikazana istraživanja i usvojena metodologija pritom mogu poslužiti kao polazišta za objektivnu procjenu razine inovacija i inovativnosti te mogu također pružiti podloge za sustavno istraživanje inovacija u hrvatskom šumarstvu.

3. Osnovne postavke inovacijske teorije – *Basics of innovation theory*

Inovacija je primjena novoga ili znatno poboljšanoga proizvoda (dobra ili usluge), ili procesa, nove marketinške metode ili nove organizacijske metode u poslovnoj praksi, organizaciji rada ili vanjskim odnosima (OECD 2005). Minimalni uvjet za inovaciju jest da proizvod, proces, marketinška ili organizacijska metoda moraju biti novi (ili značajno poboljšani) za tvrtku. To uključuje proizvode, procese i metode koje je određena tvrtka prva razvila (objektivna inovacija – »novo na tržištu«) ili one koji su preuzeti od drugih tvrtki ili organizacija (subjektivna inovacija – »novo za tvrtku«).

Inovacija se u tvrtki uvijek odnosi na planirane promjene u aktivnostima tvrtke s namjerom poboljšanja rezultata tvrtke. Prema inovacijskom konceptu te promjene karakteriziraju ove značajke:

- ⇒ Inovacija je povezana s **neizvjesnosti** oko ishoda inovacijske aktivnosti. Nije unaprijed poznato kakav će biti rezultat inovacijskih aktivnosti, npr. hoće li istraživanje i razvoj završiti uspješnom izradom utrživoga proizvoda te koliko će vremena i resursa biti potrebno za njegovu implementaciju.
- ⇒ Inovacija uključuje **investiranje**. Odgovarajuće investicije mogu uključiti nabavu materijalne imovine ili prava koje u budućnosti mogu donijeti prihod.
- ⇒ Inovacija je predmet **prelijevanja i širenja**. Mnoge tvrtke inoviraju pomoću usvajanja tuđih inovacija. Troškovi imitacije originalne inovacije pritom mogu biti mnogo manji od troškova razvoja vlastitoga rješenja.
- ⇒ Inovacija uključuje **uporabu novoga znanja ili novu uporabu ili kombinaciju postojećega znanja**. Novo znanje mogu ostvariti inovativne tvrtke u procesu inovacijske aktivnosti ili se može steći raznim vanjskim kanalima (kupnja nove tehnologije). Njihova uporaba zahtijeva inovativne napore koji su različiti od standardiziranih postupaka.

⇒ Inovacija cilja unaprijediti poslovnu izvedbu tvrtke stjecanjem **kompetitivne prednosti** pomoću povećanja potražnje za vlastitim proizvodima, smanjenja troškova tvrtke ili podizanja sposobnosti tvrtke da inovira.

⇒ Inovacija mora biti **implementirana**. Novi ili poboljšani proizvod implementiran je kada je uveden na tržište. Novi proces, marketinška ili organizacijska metoda primijenjeni su kada su stvarno uključeni u operacije tvrtke.

U inovacijskoj literaturi ističu se uloga organizacijskih struktura, proces učenja i prilagodba promjenama u tehnologiji i okruženju. Organizacijska struktura tvrtke može utjecati na učinkovitost inovacijskih aktivnosti. Neke strukture bolje odgovaraju određenim uvjetima, npr. viši stupanj organizacijske integracije može poboljšati koordinaciju, planiranje i primjenu inovacijskih strategija, osobito u industrijama s postupnim promjenama u znanju i tehnologiji. Opušteniji, fleksibilniji oblik organizacije zaposlenima dopušta više autonomije i može biti učinkovitiji u stvaranju radikalnih, velikih promjena i inovacija.

Organizacijsko učenje ovisi o praksi, rutini i obrascu interakcije unutar i izvan tvrtke, te sposobnosti mobiliziranja individualnoga iskustva/znanja i promoviranja interakcije. Takvo se učenje može potaknuti pažljivim oblikovanjem praksi, rutina i odnosa ili kroz fleksibilnije, fluidne odnose u kojima su pojedinci ohrabreni da razvijaju nove ideje i načine. Širenje novoga znanja i tehnologije glavni je dio inovacije. Proces širenja pritom često uključuje više od samoga usvajanja inovacije jer tvrtke uče i grade na preuzetom znanju i tehnologiji.

U daljnjem razmatranju inovacijske teorije treba spomenuti sektorske i regionalne aspekte inovacija. Inovacijski se proces značajno razlikuje između pojedinih sektora u pogledu razvoja, razine tehnološke promjene, veza, pristupa znanju i dr. Za neke su sektore karakteristične brze i velike promjene, radikalne inovacije, dok su za druge karakteristične male i postupne promjene. U visoko tehnološkim sektorima istraživanje i razvoj (*Research and Development, R&D*) imaju glavnu ulogu u inovacijskim aktivnostima, dok se drugi sektori više oslanjaju na usvajanje znanja i tehnologija. U tom smislu niskotehnološki sektori dobivaju manje pažnje nego inovacije u visokotehnološkim granama. Ipak i u tim sektorima inovacije imaju značajan utjecaj na ekonomski rast zbog njihova udjela i težine u ukupnom gospodarstvu. Isto tako važnost se inovacija sve više prepoznaje i u uslužnim djelatnostima.

Regionalni čimbenici također mogu utjecati na inovativni kapacitet tvrtki. Regionalne razlike u inovaci-

jskoj aktivnosti mogu biti posljedica postojanja lokalnih istraživačkih institucija, velikih dinamičnih tvrtki, rizičnoga kapitala, ulaganja i snažnoga poduzetničkoga duha. Ti čimbenici stvaraju potencijal za inovativno ponašanje određenih regija. Ostali čimbenici o kojima ovise inovacijske aktivnosti svakako su zahtjevi tržišta, ljudski resursi, zakoni i propisi, različiti poticaji i preke inovacija i dr.

Pristup inovacijama kao sustavu promatra utjecaj vanjskih institucija na inovacijsku aktivnost tvrtki. Naglašava važnost prijenosa i širenja ideja, vještina, znanja i informacija svih vrsta. Kanali i mreže kojima se kreću te informacije ugrađeni su u socijalnu, političku i kulturnu pozadinu koja vodi i upravlja inovacijskim aktivnostima i mogućnostima. Pristup inovacijskoga sustava ističe značenje uvjeta, propisa i politika po kojima se tržišta rukovode i otuda uloge države i javne uprave u praćenju i prilagođavanju ukupnoga inovacijskoga okvira.

4. Vrste inovacija, inovacijske aktivnosti i inovativna tvrtka – *Type of innovation, innovation activities and innovative firm*

Glavne vrste inovacija – *Main types of innovation*

Prema Priručniku iz Osla moguće je razlikovati četiri osnovne vrste inovacija: inovacije proizvoda, inovacije procesa, marketinške i organizacijske inovacije.

Inovacije proizvoda – predstavljaju uvođenje dobra ili usluge koja je nova ili značajno poboljšana s obzirom na svoje karakteristike ili namjenu. To uključuje značajna poboljšanja u tehničkim specifikacijama, sastavnicama i materijalu, ugrađenom softveru, okrenutosti korisniku ili drugim funkcionalnim karakteristikama. Dizajn je sastavni dio razvoja i primjene inovacije proizvoda. Međutim, promjene dizajna koje ne uključuju značajne promjene funkcionalnih ili korisničkih karakteristika proizvoda ne smatraju se inovacijom proizvoda. Ipak, one mogu biti marketinške inovacije. Rutinske nadogradnje ili redovite sezonske promjene proizvoda također nisu inovacije proizvoda.

Inovacije procesa – predstavljaju primjenu nove ili znatno poboljšane proizvodnje ili metode isporuke. To uključuje značajne promjene u tehnikama, opremi i/ili softveru. Mogu biti namijenjene smanjenju jediničnih troškova proizvodnje/iskoruke, povećanju kakvoće, ili proizvodnji i isporuci novih ili značajno poboljšanih proizvoda. Inovacije procesa također uključuju i nove

ili znatno poboljšane metode kreacije i pružanja usluga. Primjeri inovacije procesa su implementacija nove automatske opreme na proizvodnoj liniji (nove proizvodne metode), uvođenje barkoda u sustav praćenja roba i materijala (nova metoda isporuke), novi sustav rezervacija u putničkim agencijama (nove metode u uslugama).

Marketinške inovacije – predstavljaju provedbu nove marketinške metode koja uključuje značajne promjene u dizajnu proizvoda ili ambalaže, plasmanu proizvoda, promjene u promociji ili cijeni. Usmjerene su prema boljem pokrivanju potreba i želja kupaca, otvaranju novih tržišta ili novomu pozicioniranju proizvoda tvrtke. Osnovna značajka, u usporedbi s ostalim promjenama marketinških instrumenata, jest da marketinška inovacija uključuje metode koje prije nisu primjenjivane u tvrtki. One su dio novoga marketinškoga koncepta ili strategije koji predstavlja značajan prijelaz s postojećih marketinških metoda tvrtke. Sezonske, redovite i druge rutinske promjene u marketinškim instrumentima tvrtke ne smatraju se marketinškim inovacijama.

Organizacijske inovacije – predstavljaju uvođenje nove organizacijske metode u poslovnu praksu poduzeća, organizaciju radnoga mjesta ili vanjske odnose. Mogu biti usmjerene na povećanje učinka tvrtke smanjenjem administrativnih ili transakcijskih troškova, na povećanje zadovoljstva poslom, dobivanje pristupa netrživim vrijednostima (nekodificirano vanjsko znanje) ili smanjenje troškova namirnica. Odnose se na uvođenje metoda koje nisu prije primjenjivane u tvrtki i koje su rezultat strateške odluke menadžmenta. U poslovnoj praksi to je uvođenje novih metoda organiziranja postupaka i procedura obavljanja posla (nova praksa razvoja i izobrazbe radnika); u organizaciji radnoga mjesta nove metode za raspodjelu odgovornosti i donošenje odluka među zaposlenicima; u vanjskim odnosima novi načini organizacije odnosa i kontakata s drugim tvrtkama i institucijama (nova suradnja i sl.). Spajanje s drugim tvrtkama ili akvizicija nisu organizacijske inovacije.

U Priručniku iz Osla navode se detaljne razlike između pojedinih vrsta inovacija i načini razlikovanja proizvodnih i procesnih inovacija, procesnih i organizacijskih inovacija i dr.

Inovacijske aktivnosti – *Innovative activities*

Inovacijske aktivnosti uključuju sve znanstvene, tehnološke, organizacijske, financijske i komercijalne korake koji vode, ili im je namjera voditi do primjene inovacija. Neke od tih aktivnosti mogu biti inovativne same po sebi, dok druge nisu novost, ali su prijeko potrebne za implementaciju. Te specifične aktivnosti

koje tvrtka poduzima da bi razvila i ostvarila inovaciju uključuju istraživanje i razvoj (R&D), ali i mnoge ostale koje se ne ubrajaju u istraživanje i razvoj.

⇒ **Istraživanje i razvoj (R&D)** – kao sinonim se koristi istraživanje i eksperimentalni razvoj (R&D), obuhvaća kreativni rad poduzet na sustavnoj osnovi radi povećanja zalihe znanja, uključujući znanje o čovjeku, kulturi i društvu i primjenu toga fonda znanja u osmišljavanju i pružanju novih aplikacija. Pojam R&D pokriva tri aktivnosti: temeljna istraživanja, primijenjena istraživanja i eksperimentalni razvoj.

⇒ **Ostale inovacijske aktivnosti** – tvrtka se može baviti mnogim aktivnostima koje nisu ni istraživanje ni razvoj, ali su dio inovacije. Te aktivnosti jačaju sposobnosti koje omogućuju razvoj inovacija ili sposobnost uspješnoga usvajanja inovacija koje su razvile druge tvrtke ili institucije. Tvrtka, na primjer, može:

- odrediti nove koncepte proizvoda, procesa, marketinških ili organizacijskih promjena pomoću: a) marketinga i odnosa s kupcima, b) identifikacije prilika za komercijalizaciju, c) vlastitoga dizajna i sposobnosti razvoja, d) praćenja konkurencije, e) konzultanata
- kupiti tehničke informacije, vještine ili *know-how*, platiti naknade za patente i izume
- razviti ili kupiti vještine ljudi, prikriveno (tatic) znanje i neformalno učenje
- investirati u opremu, softver, posredne inpute koji sjedinjuju inovativni rad ostalih
- reorganizirati sustav upravljanja i ukupne poslovne aktivnosti
- razviti nove metode marketinga i prodaje svojih proizvoda i usluga.

Sve te aktivnosti imaju krajnji cilj da unaprijede poslovne izvedbe i rezultata tvrtke.

Inovativna tvrtka – *Innovative firm*

Inovativna je ona tvrtka koja je uvela barem jednu inovaciju u analiziranom razdoblju. Takve inovacije ne moraju nužno biti komercijalan uspjeh: mnoge inovacije ne uspiju. Inovativne se tvrtke mogu podijeliti na one koje inovacije uglavnom razvijaju same ili u suradnji s ostalim tvrtkama i istraživačkim organizacijama, te one koje inoviraju usvajanjem inovacija koje su razvile druge tvrtke. Također se mogu razlikovati prema vrsti inovacija koje su ugradile: novi proizvod, uslugu, marketinšku ili organizacijsku metodu.

Inovativne su i one tvrtke koje u analiziranom razdoblju provode inovacijske aktivnosti iako nisu primi-

jenile ni jednu inovaciju. Sve su aktivnosti tvrtke uključene u razvoj i primjenu inovacija, uključivši i one planirane u budućnosti, inovacijske aktivnosti te bez obzira na to rezultiraju li uvođenjem inovacije, one čine tvrtku inovacijski aktivnom.

5. Mjerenje i interpretacija inovacija – *Measuring and interpretation of innovation*

U istraživanju inovacija i prikupljanju podataka moguća su dva osnovna pristupa:

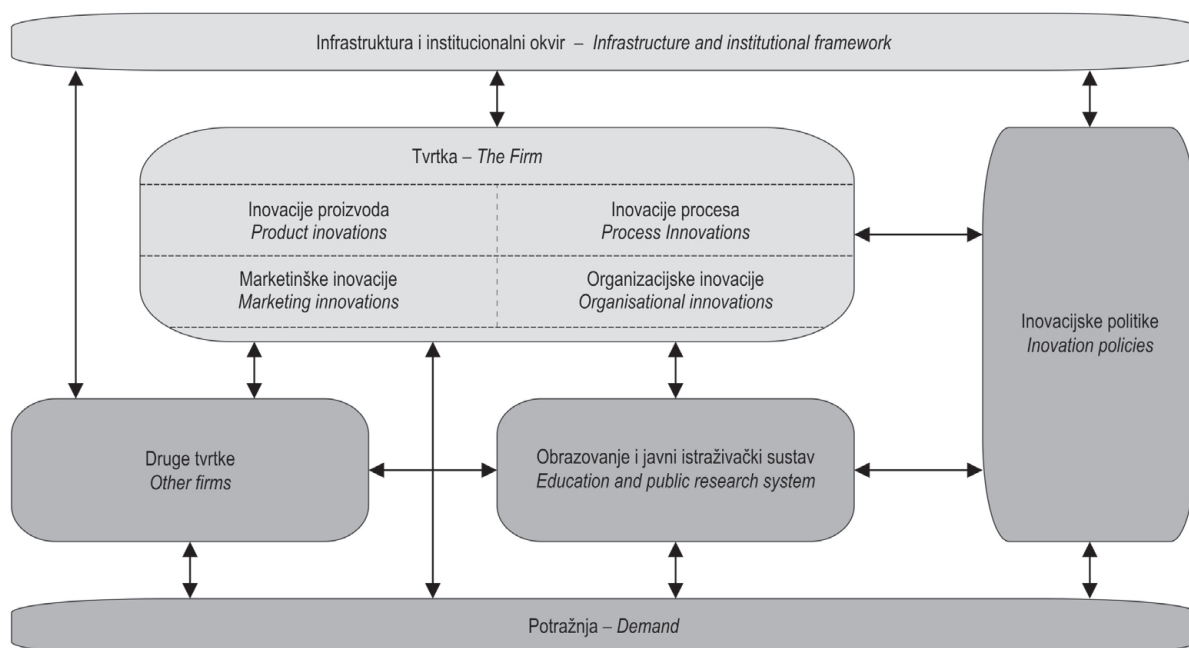
Subjektivni pristup polazi od inovacijskoga ponašanja tvrtke kao cjeline. Ideja je istražiti čimbenike koji utječu na inovacijske aktivnosti tvrtke (strategije, poticaje i ograničenja), svrhu tih aktivnosti te ponajprije rezultate i učinke inovacije. Takva su istraživanja dizajnirana za primjenu u svim industrijama i omogućuju usporedbe među pojedinim sektorima.

Objektivni pristup uključuje prikupljanje podataka za specifične inovacije (obično »značajne inovacije« određene vrste ili glavna inovacija u tvrtki). Pristup obuhvaća neke deskriptivne, kvalitativne i kvantitativne podatke o specifičnoj inovaciji u određenoj tvrtki.

Iako inovacijska istraživanja mogu kombinirati oba pristupa pomoću općih pitanja o tvrtki i specifičnih pitanja o izdvojenoj inovaciji, sa stajališta ekonomskoga razvoja smatra se da je važan subjekt odnosno tvrtka te se u Priručniku iz Osla daje prednost subjektivnom pristupu.

Inovacijska istraživanja mogu pružiti mnoštvo informacija o procesu inoviranja u tvrtki. Njima se mogu identificirati motivi i zapreke za inovacije, promjene u načinu rada tvrtke, vrste inovacijskih aktivnosti u koje se upušta i vrste inovacija koje tvrtka implementira. O inovacijskom procesu kao sustavu istraživanja mogu pružiti informacije o vezama tvrtke s drugim sudionicima u ekonomiji i metodama koje koriste za zaštitu svojih inovacija. Međutim, postoje i ograničenja u dobivanju određenih vrsta podataka. Tako analize često zahtijevaju dodatne ekonomske podatke o troškovima inovacija. Teško je zatim odrediti vrijeme, trenutak inovacijskih aktivnosti (primjena, učinak i sl.) i teško je dobiti informacije o općem institucionalnom okruženju (obrazovni sustav, tržište rada i financijski sustavi). U takvim slučajevima inovacijska se istraživanja moraju kombinirati s drugim izvorima informacija.

Slika 1 prikazuje okvir istraživanja i mjerenja inovacija. Veza je između inovacije i ekonomske promjene pritom od središnjega interesa. Inovacijom se stvara i širi novo znanje te proširuju mogućnosti gospodarstva za razvoj novih proizvoda i produktivnijih metoda.



Slika 1. Okvir mjerenja inovacija (izvor: Oslo Manual)

Fig.1 The innovation measurement framework (source: Oslo Manual)

5.1 Mjerenje inovacijskih aktivnosti – *Measuring innovation activity*

Inovacijske aktivnosti, uključujući kapitalnu kupnju, istraživanje i razvoj (R&D) te druge tekuće izdatke vezane uz inovacije, mogu se okarakterizirati kao ulaganja s pozitivnim učinkom u budućnosti. Ti učinci često sežu izvan specifične inovacije na koju su aktivnosti usmjerene. Na primjer, ulaganja u R&D ili osposobljavanje za određenu inovaciju često su po prirodi otvoreni i omogućuju njihovu primjenu i u drugim zadacima. Kvantitativne mjere svake inovacije pružaju važno mjerilo razine inovacijskih aktivnosti u tvrtki, sektoru i/ili državi. Te se mjere, zajedno s ostalima, mogu koristiti za izračun povrata od inovacijskih aktivnosti.

5.1.1 Sastavnice i pokrivenost inovacijskih aktivnosti – *Components and coverage of innovation activities*

R&D je korak u inovacijskom procesu te inovacija uključuje niz aktivnosti koje nisu dio R&D. Takve su, primjerice, kasnija faza razvoja u pretproizvodnji, proizvodnja i distribucija, razvojne aktivnosti s manjim stupnjem novosti, podrška osposobljavanjem, priprema tržišta za inovacije i dr. Priručnik iz Osla sve inovacijske aktivnosti dijeli između R&D i aktivnosti vezanih uz inovacije proizvoda i procesa, odnosno marketinške i organizacijske inovacije. Većina R&D je

pritom povezana s inovacijama proizvoda i procesa, no određeni se dio može odnositi na marketing i organizaciju. Temeljna istraživanja kao dio R&D (po definiciji) nisu vezana uz razvoj specifične inovacije.

Istraživanje i eksperimentalni razvoj (R&D) – *Research and experimental development*

Svi poslovi u okviru R&D, kako su definirani u poglavlju 4, uključeni su u inovacijske aktivnosti. To uključuje vlastiti R&D (kreativni rad na sustavnoj osnovi unutar tvrtke) i vanjski R&D (aktivnosti kao i vlastiti R&D, ali kupljen od javne ili privatne istraživačke organizacije ili druge tvrtke).

Kao R&D se klasificira razvoj softvera, ako to uključuje znanstveni ili tehnološki napredak i/ili sustavno rješavanje znanstvenih, osobito tehnoloških dvojbi. Razvoj usluga predstavlja R&D ako rezultira novim znanjem ili uključuje korištenje novoga znanja u smišljanju novih aplikacija. Izgradnja i ispitivanje prototipova često je najvažnija faza eksperimentalnoga razvoja i dio je R&D kada je primarni cilj napraviti daljnja poboljšanja.

Vlastiti R&D prema definiciji (*Frascati Manual*), uz temeljna istraživanja koja nisu usmjerena na specifičnu inovaciju, sve aktivnosti razvoja i primjene inovacija, također uključuje i kupnju kapitalnih dobara koja su izravno povezana s R&D.

Aktivnosti vezane uz inovacije proizvoda i procesa – *Activities for product and process innovations*

Inovacijske aktivnosti koje nisu već uključene u R&D, a vezane su uz inovacije proizvoda i procesa, obuhvaćaju sljedeće:

- ⇒ **Stjecanje vanjskoga znanja** – stjecanje prava korištenja patenata, nepatentiranih izuma, licencija, zaštitnih znakova, tehnološkoga znanja i iskustva (*know-how*), dizajna i uzoraka te ostalih oblika znanja od drugih tvrtki i institucija
- ⇒ **Stjecanje strojeva, opreme i drugih kapitalnih dobara** – nabava naprednih strojeva, opreme, računalnoga sklopovlja ili programa, zemljišta ili zgrada (uključujući velika poboljšanja, modifikacije i popravke), koji su potrebni za implementaciju inovacije
- ⇒ **Ostale pripreme za inovacije proizvoda i procesa** – dizajn, planiranje i testiranje novih proizvoda, proizvodni procesi i metode isporuke koje nisu već uključene u R&D
- ⇒ **Pripreme tržišta za inovacije proizvoda** – preliminarna istraživanja tržišta, testiranje tržišta i pokretanje promidžbe za nove ili značajno poboljšane proizvode i usluge
- ⇒ **Trening** – osposobljavanje koje je potrebno za razvoj i primjenu inovacije.

Aktivnosti vezane uz marketinške i organizacijske inovacije – *Activities for marketing and organisational innovations*

Sve inovacijske aktivnosti, druge od R&D, koje su specifično povezane s inovacijama u marketingu i organizaciji obuhvaćene su kategorijama:

- ⇒ **Pripreme za marketinške inovacije** – aktivnosti vezane uz uvođenje novih marketinških metoda u dizajnu ili pakiranju, cijenama, plasiranju i promociji proizvoda, uključuju i stjecanje ostalog vanjskoga znanja i dobara povezanih s marketinškim inovacijama
- ⇒ **Pripreme za organizacijske inovacije** – aktivnosti poduzete za planiranje i primjenu nove organizacijske metode uključuju stjecanje ostalog vanjskoga znanja, kapitalnih dobara i trening koji su specifično povezani s organizacijskim inovacijama.

Tvrtke često mogu imati teškoća u razlikovanju R&D i ostalih inovacijskih aktivnosti (koje nisu R&D). Osnovni je kriteriji za razlikovanje »prisutnost znatnih elementa novosti u R&D i rješavanje znanstvenih i/ili tehnoloških nesigurnosti« odnosno »rezultiranje novim znanjem ili primjenom znanja u osmišljavanju novih aplikacija« (*Frascati Manual*). Iz R&D se isklju-

čuju aktivnosti koje, iako su dio inovacijskoga procesa, rijetko uključuju ista istraživanja i razvoja (npr. licenciranje, istraživanje tržišta, reinženjering procesa, opremanje alatima i sl.).

5.1.2 Promjene koje se ne smatraju inovacijama

– *Changes that are not considered innovations*

Inovacijom se ne smatra svaka promjena koja se događa u tvrtki te se inovacije ne mogu jednostavno izjednačiti s promjenama. U nastavku su navedene neke promjene koje se ne smatraju inovacijama:

- ⇒ **Prestanak korištenja procesa, marketinške ili organizacijske metode, ili prodaje proizvoda** – nije inovacija ako se nešto prestane raditi, čak iako to poboljšava rezultat tvrtke
- ⇒ **Jednostavna zamjena ili proširenje sredstava** – kupnja identičnih modela instalirane opreme, manje proširenje i obnavljanje postojeće opreme ili softvera nije inovacija
- ⇒ **Promjene nastale samo zbog promjena cijena čimbenika proizvodnje** – promjena cijene proizvoda ili produktivnosti procesa koja se događa isključivo zbog promjena u cijenama čimbenika proizvodnje nije inovacija
- ⇒ **Podešavanje i prilagodba** – prilagođena (»kustomizirana«) proizvodnja s izradom pojedinačnih, složenih primjeraka prema željama kupaca nije inovacija
- ⇒ **Redovite sezonske i druge ciklične promjene** – rutinske nadogradnje, sezonske promjene proizvoda, rutinske promjene u dizajnu i sl. nisu inovacije
- ⇒ **Prodaja novih ili poboljšanih modela istih proizvoda** – nije inovacija, osim ako se ne radi o novoj liniji prodaje (vrsta proizvoda koju tvrtka nije prije prodavala).

5.1.3 Prikupljanje podataka o inovacijskim

aktivnostima – *Collecting data on innovation activities*

Ovisno o ciljevima i svrsi ispitivanja, prikupljanje podataka o inovacijama može imati različite oblike. Sveobuhvatnim pristupom podjednako se pokrivaju sve četiri vrste inovacija. Nasuprot tomu, inovacije proizvoda i procesa mogu se zadržati kao temeljne inovacije, dok se marketinške i organizacijske inovacije djelomično ili uopće ne pokrivaju. Dodatno se jedna ili više vrsta inovacija mogu detaljno obraditi specijaliziranim ispitivanjima.

Pri ispitivanju dopunskih čimbenika, kao što su veze, ciljevi, zapreke i rezultati inovacija, prikupljanje podataka za sve četiri vrste inovacija kombinirano može

otežati interpretaciju nekih dopunskih pitanja, a zasebna su pitanja za svaku pojedinu vrstu inovacije problematična zbog ograničene duljine upitnika. U Priručniku iz Osla stoga se daje nacrt mogućnosti za takva dopunska pitanja: obuhvat svih četiriju vrsta inovacija objedinjeno, fokusiranje na inovacije proizvoda i procesa, ili usmjeravanje pitanja na pojedine tipove inovacija.

Za inovacije koje se pružaju preko više vrsta često se postavljaju pitanja o vezi između različitih tipova inovacija. To može biti posebno zanimljivo za organizacijske i procesne inovacije, ali i proizvode i marketing. Pitanja o razini novosti standardna su za sve četiri vrste inovacija, pri čemu je najlakše odgovoriti za inovacije proizvoda. U upitnicima je potrebno naglasiti razdoblje na koje se odnose ispitivanja, a preporučuje se da analizirano razdoblje ne bude duže od tri godine ni kraće od jedne godine.

Inovacijske ankete mogu prikupiti kvalitativne i kvantitativne podatke. Kvalitativni podaci uključuju pitanja o tome jesu li se tvrtke bavile inovacijskim aktivnostima, a kvantitativni podaci uključuju pitanja o troškovima za inovacijske aktivnosti.

Kvalitativni podaci o inovacijskoj aktivnosti

– *Qualitative data on innovation activity*

Pitanja o tome jesu li se tvrtke upuštale u inovacijske aktivnosti mogu se odnositi na jednu godinu ili cijelo analizirano razdoblje. Prednost je višegodišnjega pristupa obuhvaćanje inovacijskih aktivnosti u tvrtkama gdje se one ne provode redovito. Ispitivanjima se mogu prikupiti skupni podaci o svim kategorijama aktivnosti ili pojedinim njihovim podskupovima. Dodatne informacije o pojedinim tipovima inovacijskih aktivnosti mogu, na primjer, uključiti pitanja jesu li aktivnosti u okviru R&D redovite ili povremene, koje je vrste vanjskoga znanja tvrtka stekla i sl.

Ostali kvalitativni pokazatelji inovacijske aktivnosti odnose se na karakteristike zaposlenika (obrazovanje, broj tehničkoga osoblja, udio zaposlenih uključen u R&D), sudjelovanje u državnim programima koji potiču zapošljavanje, izobrazbu, istraživanje i razvoj, ostvarivanje financijskih potpora i dr.

Kvantitativni podaci o inovacijskoj aktivnosti

– *Quantitative data on innovation activity*

Za prikupljanje podataka o troškovima inovacije preporučuje se primjena raspodjele prema vrsti aktivnosti (vidi poglavlje 5.1.1), no također se može koristiti i podjela prema vrsti troškova ili izvoru sredstava. Ispitivanjima se nastoje prikupiti podaci o svim kategorijama inovacijskih aktivnosti ili pojedinim podskupovima s obzirom na to da je troškove inovacije teško mjeriti. Teškoću također predstavlja pri-

kupljanje kvantitativnih podataka tijekom više godina. Stoga se preporučuje da se takva pitanja odnose na posljednju godinu promatranoga razdoblja kao referentnu godinu.

U prikupljanju kvantitativnih podataka treba izbjeći dvostruko brojenje, tj. osigurati da se isti troškovi ne navode u više kategorija inovacijskih aktivnosti, npr. kod inovacija koje povezuju više vrsta inovacija ili troškova »stjecanja strojeva, opreme i drugih kapitalnih dobara« koji su već uključeni u kapitalnu nabavu u R&D. Problem u procjeni troškova nastaje i zbog toga što se inovacijske aktivnosti odvijaju u cijeloj tvrtki, a ne samu u odjelu za R&D. Najkvalitetniji su podaci koji se mogu izvući iz računovodstvenih zapisa, no mnogi se troškovi dobivaju tek grubom procjenom. Troškovi su inovacija među najvažnijim, ali i najtežim pitanjima koja zahtijevaju najviše napora i vremena.

6. Ciljevi, zapreke i rezultati inovacija – *Objectives, obstacles, and outcomes of innovation*

Tvrtke ulaze u inovacije iz više razloga. Njihovi se ciljevi mogu odnositi na proizvode, tržišta, učinkovitost, kvalitetu ili sposobnost učenja i provedbe promjena. Učinak inovacije na izvedbu tvrtke pritom se može kretati od učinka na ukupne prihode i udio tržišta do promjena u proizvodnosti, učinkovitosti, konkurentnosti i dr. Rezultati inovacija i čimbenici koji ih potiču odnosno kočje među najvažnijim su pokazateljima inovacija i njihovo je identificiranje veoma važno za razumijevanje inovacijskoga procesa.

U inovacijskim istraživanjima često se koriste liste koje trebaju osvijetliti glavne motive za inoviranje (ciljevi) i učinke inovacija (rezultati). Isti čimbenici pritom mogu igrati ulogu i kao ciljevi i kao učinci, s tim da se različito interpretiraju (primjer u tablici 1).

Zapreke i ograničenja inovacijskih aktivnosti razlog su zašto tvrtke uopće ne započinju inovacije. Kadšto postoje čimbenici koji usporavaju inovacijski proces ili imaju negativan učinak na očekivane rezultate, nekad su to ekonomski čimbenici (visoki troškovi, nedostatak potražnje), čimbenici tvrtke (nedostatak osposobljenoga osoblja ili znanja) ili zakonski čimbenici (propisi ili porezna pravila). U istraživanjima je važno da takva pitanja obuhvate i inovativne i neinovativne tvrtke. Priručnik iz Osla, slično kao u tablici 1, daje primjer popisa čimbenika koji se može koristiti u ispitivanjima, odnosno opisuje više pokazatelja koji se mogu primijeniti u općim inovacijskim istraživanjima ili specijaliziranim istraživanjima ciljeva, zapreka i ishoda svih tipova ili pojedinim skupina inovacija.

Tablica 1. Čimbenici povezani s ciljevima i učincima inovacija (izvor: Oslo Manual)**Table 1** Factors relating to objectives and effects of innovation (source: Oslo Manual)

Relevantni za:	Inovacije proizvoda	Inovacije procesa	Organizacijske inovacije	Marketinške inovacije
Natjecanje, potražnja i tržišta				
Zamjena proizvoda „phased out“				
Povećanje asortimana roba i usluga				
Razvoj proizvoda prijateljskih okolišu				
Povećanje ili zadržanje tržišnoga udjela				
Ulaz na nova tržišta				
Povećanje vidljivost ili izloženosti proizvoda				
Smanjeno vrijeme odgovora na potrebe kupaca				
Proizvodnja i isporuka				
Poboljšana kakvoća roba i usluga				
Poboljšana fleksibilnost proizvodnje ili usluga				
Povećani kapacitet proizvodnje ili pružanja usluga				
Smanjenje jediničnih troškova rada				
Smanjenje potrošnje materijala i energije				
Smanjenje troškova dizajna proizvoda				
Smanjenje glavnih vremena proizvodnje				
Ostvarenje tehničkih standarda industrije				
Smanjenje troškova za pružanje usluga				
Povećanje učinkovitosti ili brzine pružanja/iskoruke roba ili usluga				
Poboljšane informatičke sposobnosti				
Organizacija radnoga mjesta				
Poboljšana komunikacija i interakcija među različitim poslovnim aktivnostima				
Povećana razmjena i prijenos znanja s drugim organizacijama				
Povećana sposobnost prilagodbe različitim zahtjevima klijenata				
Razvoj jačih veza s kupcima				
Poboljšani radni uvjeti				
Ostalo				
Smanjenje utjecaja na okoliš ili unapređenje sigurnosti i zdravlja				
Ispunjeni regulativni zahtjevi				

7. Istraživački postupci – Survey procedures

Ispravna primjena istraživačkih postupaka i statističkih metoda ključna je za analizu inovacijskih podataka i usporedivost rezultata. Upute o glavnim sastavnicama ispitivanja i analize inovacija temelje se na teoretskom znanju i praktičnim iskustvima, a obuhvaćaju populaciju i jedinice ispitivanja (sektor poslovnih tvrtki), metode ispitivanja (dobrovoljna ili obavezna), upitnike, uzorak, procjenu i predstavljanje rezultata, učestalost ispitivanja i dr.

Uzorak – Sample

Kod dobrovoljnih ispitivanja očekuje se manji udio odgovora, što se donekle može nadoknaditi većim uzorkom (uz slabiji odaziv ostaje pitanje reprezentativnosti daljih analiza). Osim na uzorku istraživanja se mogu obaviti pomoću cenzusa, tj. ispitivanja ukupne populacije (u slučaju određenih zakonskih zahtjeva). Istraživanja pomoću uzorka moraju reprezentirati osnovne karakteristike ciljane populacije (sektor, regija, tvrtka) i zahtjevaju stratificirani uzorak. Stratifikacija

treba biti temeljena na veličini i osnovnoj aktivnosti ispitivanih jedinica, a veličina uzorka treba biti takva da pruža vjerodostojne rezultate. Prihvatljivi koeficijenti varijacije pritom mogu pomoći u procjeni potrebnoga broja ispitanika. Ako su određeni skupovi populacije osobito zanimljivi (tzv. domene – inovacijski aktivne jedinice, odjeli u R&D), oni se u ispitivanjima posebno obrađuju.

Metode – *Methods*

U provedbi inovacijskih istraživanja moguće su različite metode uključujući poštanske ankete i osobne intervjue. Svaka od tih metoda ima svoje snage i slabosti. Poštanske su ankete dobro poznate i relativno jeftine, no često traže dodatne aktivnosti da se odaziv digne na odgovarajuću razinu (kontaktiranje prije ispitivanja, podsjetnici i sl.). Prednost prikupljanja podataka pomoću osobnoga razgovora, licem u lice, telefonom ili pomoću računala leži u mogućnosti pružanja uputa pri odgovaranju na pitanja. Nedostatak se javlja pri prikupljanju kvantitativnih podataka i pitanja na koja je teško brzo odgovoriti (potrebno je izračunati i sl.). Alternativni je pristup online prikupljanje podataka i upotreba elektroničkih upitnika koji se mogu dizajnirati na različite načine: primjena pitanja u ulozni filtra, (ne) mogućnost ispravljanja odgovora, postupno otvaranje pitanja bez trenutačnoga uvida u cijeli upitnik i dr.

Upitnik – *Questionnaire*

Pri dizajniranju upitnika za inovacijska istraživanja treba pratiti neka osnovna pravila. Svaki upitnik prije primjene treba biti testiran. Upitnik treba biti kratak i jednostavan koliko je moguće, logične strukture, s jasnim definicijama i uputama. Općenito vrijedi da što je duži upitnik, to je slabiji odaziv na ispitivanje. Osobito je važno tako oblikovati upitnik da i jedinice bez inovacijskih aktivnosti pristupe upitniku i odgovore na za njih relevantna pitanja. Razumijevanje upitnika može rasti od pitanja do pitanja, što znači da odgovori mogu ovisiti o njihovoj redoslijedu. Dodavanje ili brisanje pitanja tako može utjecati na kasnije odgovore.

U pitanjima o kvalitativnim pokazateljima može se koristiti binarna skala (da/ne) ili ordinalna skala (npr. kod pitanja da li je određen čimbenik važan i kakvo je njegovo značenje). Binarna je skala jednostavna i pouzdana, ali pruža ograničene informacije i može uvesti visok stupanj subjektivnosti, ako odgovori nisu zasnovani na činjenicama. Ordinalna skala omogućuje rangiranje čimbenika prema važnosti, iako i to uključuje određenu subjektivnost. Nedostatke ordinalne skale moguće je umanjiti primjenom raznih analitičkih metoda.

Za mnoge male tvrtke ili jedinice s malo inovacijske aktivnosti preporučuju se kratki oblici upitnika koji su

usmjereni na nekoliko ključnih pitanja. Takvi se upitnici upotrebljavaju i u jedinicama koje u prethodnim ispitivanjima nisu zabilježile inovacijske aktivnosti.

Procjena i prezentacija rezultata – *Estimation and presentation of results*

Rezultati inovacijskih istraživanja mogu se upotrijebiti za deskriptivnu ili inferencijalnu analizu. Cilj je deskriptivne analize opisati samo ispitivane jedinice s obzirom na njihove (ne)inovacijske aktivnosti bez donošenja zaključaka o ukupnoj populaciji takvih jedinica (regija, sektor, država) ili temeljnom zajedničkom ispitivanju. U takvu tipu analize podaci se odnose samo na jedinice koje su sudjelovale u ispitivanju i nije moguća generalizacija rezultata. Inferencijalna bi analiza trebala dati reprezentativnu procjenu za cijelu populaciju, znači i ispitivane i neispitivane jedinice zajedno. To zahtijeva dodatne postupke određivanja težine odgovora i obrade anketa bez odgovora (opisano u Priručniku iz Osla).

Većina inovacijskih istraživanja odvija se pomoću slučajnoga uzorka i da bi se dobila ideja o rasipanju rezultata, preporučuje se izračun prosječnih vrijednosti inovacijskih indikatora i također njihovih koeficijentata varijance i/ili intervala pouzdanosti. Takvi intervali uključuju istinite, ali nepoznate vrijednosti ispitivane populacije s visokim stupnjem vjerojatnosti.

Učestalost prikupljanja podataka – *Frequency of data collection*

Učestalost inovacijskih ispitivanja određuju teoretska i praktična pitanja, kao i potrebe korisnika na međunarodnoj, državnoj i regionalnoj razini. Sve veća ekonomska važnost inovacija zahtijeva češće ankete i ažurnije podatke. S toga stajališta informacije o inovacijskim aktivnostima bilo bi idealno prikupljati godišnje. Teoretska razmatranja također pokazuju da se inovacijske aktivnosti javljaju u valovima i da rezultati neredovitih ispitivanja mogu jako ovisiti o vremenu kada su provedena.

Uzimajući u obzir i praktične zahtjeve te potrebe korisnika, preporučuje se provođenje inovacijskih ispitivanja svake dvije godine. Međutim, gdje to nije ekonomski izvedivo, može se odabrati učestalost od svake tri ili četiri godine.

8. Primjeri analize inovacija u šumarstvu – *Examples of innovation analysis in forestry*

U kratkim crtama ovdje su prikazani neki primjeri analize inovacija prikupljeni u okviru istraživanja ino-

vacija u šumarstvu srednje Europe (izvor: Rametsteiner i dr. 2005).

Pakiranje i prodaja mesa divljači (Slovačka) – *Packing and marketing of venison (SK)*

Inovacija – novi (nedroni) proizvod

Državno šumsko poduzeće Topol'cianky osnovano je 1920. godine i upravlja s 32 429 ha šumskih sastojina. Uzgajanje i lov divljači čini sporednu ekonomsku aktivnost poduzeća, a meso divljači proizvod relativno visoke tržišne vrijednosti. Inovacijska je ideja bila u modernizaciji i proširenju kapaciteta za obradu mesa u skladu s normama EU-a. Izgrađena je nova zgrada za obradu, a novina je bio stroj za vakuumsko pakiranje s godišnjim kapacitetom od 80 000 kg.

Sudionici u inovacijskom procesu

- ⇒ Uprava državnoga šumskoga poduzeća koja je financirala investiciju, regionalno rukovodstvo koje je dizajniralo i provelo projekt
- ⇒ Projektant proizvodnje, građevinska tvrtka, isporučitelj tehnologije
- ⇒ Vanjski dobavljači divljači
- ⇒ Kupci, potrošači (Češka i Austrija)
- ⇒ Banka s prethodno odobrenim kreditom
- ⇒ Državna veterinarska i prehrambena inspekcija koja je pomogla u postizanju higijenskih standarda
- ⇒ Konzultacije s Europskom komisijom o zahtjevima EU-a.

Poticajni čimbenici

- ⇒ Interes uprave poduzeća i spremnost na povezane rizike, informacijska pitanja i tehnološki aspekti netipične šumarske aktivnosti
- ⇒ Pomoć koju pruža Državna veterinarska i prehrambena inspekcija u ispunjavanju zahtjeva EU-a i stjecanju certifikata o sukladnosti
- ⇒ Tradicija u obradi mesa divljači.

Ograničenja

- ⇒ Ograničena dostupnost informacija o higijenskim standardima EU-a
- ⇒ Visoki financijski troškovi
- ⇒ Pad cijene mesa, jeftin uvoz izvana i malo domaće tržište.

Ishod i budućí izgledi

Posao omogućuje pet sezonskih radnih mjesta. Trenutačno je količina od 30 000 kg mesa na granici isplativosti, no postignuta je viša tržišna cijena. Poduzeće namjerava certificirati meso kao ekološki proizvedenu hranu i razviti obradu kože.

Zaključak

Inovacijski proces odražava relativno stabilno interno okruženje u državnim šumama, iako je nedovoljna analiza tržišta prepoznata kao slaba točka. Također je zabilježena nedostatna institucionalna podrška u provedbi normi EU-a u proizvodnje hrane u Slovačkoj. Glavna se dva nedostatka odnose na informacije o tržištu i propisima EU-a.

Iznajmljivanje lugarnica i šumskih kuća turistima (Austrija) – *Marketing of forest cottages and houses for tourists (AT)*

Inovacija – nova (rekreacijska) usluga

Šumsko poduzeće Hopfgarten regionalno je profitno središte Austrijskih saveznih šuma i upravlja s 35 000 ha šuma i etatom od 80 000 m³. Inovacija uvedena 1999. odnosi se na iznajmljivanje 12 lugarnica koje se više ne koriste, a stvaraju trošak zbog njihova održavanja.

Inovacijski proces

Uprava je oduševljeno prihvatila ideju i Odjel za odnose s javnošću razvio je marketinšku strategiju uključujući ime, logo i reklame u obližnjoj regiji. Problemi su se pojavili zbog nedostatka poslovnih planova, internih i eksternih teškoća u komunikaciji i zakonskih propisa o korištenju zemljišta. Procjena projekta 2001. otkrila je slabu prodaju te je novi upravitelj reorganizirao projekt i trgovanje prepustio turističkoj agenciji.

Sudionici u inovacijskom procesu

- ⇒ Regionalno šumsko poduzeće koje djeluje vrlo samostalno, središnja uprava tvrtke sa strateškom odlukom pri reevaluaciji projekta
- ⇒ Regionalni upravitelj koji nije izgradio dobre odnose sa susjedima i institucijama
- ⇒ Dio zaposlenika koji nije podržao projekt i koji je izazvao krizu u provedbi
- ⇒ Suradnici u promociji i turizmu potrebni za profesionalni marketing.

Poticajni čimbenici

- ⇒ Kreativno osoblje i entuzijastičan upravitelj
- ⇒ Poticaji od središnje uprave za inovativno rukovođenje
- ⇒ Usluge podrške od središnje uprave u fazi reevaluacije
- ⇒ Suradnja profesionalnih suradnika iz područja turizma.

Ograničenja

- ⇒ Strogi propisi o korištenju zemljišta i slaba koordinacija s javnim institucijama za upravljanje prostorom
- ⇒ Loše upravljanje projektom, financijske kalkulacije i pravne procjene, loša interna i eksterna komunikacija.

Ishod i budući izgledi

Troškovi uređenja 12 objekata još nisu pokriveni, no potražnja je za lugarnicama visoka, posebno zimi, s obzirom na poznato skijalište u blizini. Uz riješenu početnu krizu planira se polagano i pažljivo proširenje turističkih aktivnosti.

Zaključci

U provedbi inovativnoga projekta potrebno je riješiti i predvidjeti 4 K: koncept (dobro upravljanje projektom, financijsku i pravnu izvedivost), komunikaciju (jasna i otvorena, interno i eksterno), konzultacije (vlastiti resursi vođenja inovacija, profesionalni konzultanti i usluge državnih institucija) i kooperacija (profesionalni partneri iz drugih sektora).

9. Primjeri inovacija iz hrvatskoga šumarstva – *Examples of innovations in Croatian forestry*

Odabrani primjeri preuzeti su iz pregleda inovacijskih ideja i rješenja usvojenih u »Hrvatskim šumama« d.o.o. Zagreb (Bukovina 2011). Pregled obuhvaća inovacije koje su u posljednjih 10 godina opisane u časopisu *Hrvatske šume* (ukupno 15 inovacija).

Inovacije na vitlu – priprema tla bez grebača – *Winch innovations – ground preparation*

Na području UŠP Bjelovar za pripremu staništa grebanjem često služe adaptirani poljoprivredni traktori Belarus koji na sebi imaju priključeno vitlo Tajfun. Kada bi traktor išao pripremati tlo, vitlo bi se skidalo s traktora i stavljao bi se drugi priključak – grebač.

Višegodišnjim praćenjem tih poslova autor je inovacije došao na ideju da bi se posao grebanja mogao obavljati jednostavnije, sigurnije i brže, kada na traktor ne bi trebalo, svaki put kad ide na uzgojne poslove, stavljati priključak – grebač. Stoga su iz Radne jedinice za prijevoz, mehanizaciju i građevinarstvo zatraženi istrošeni klinovi rovokopača dužine 12–14 cm, koji su zavareni na donju dasku vitla. Time se dobilo:

- ⇒ smanjenje vremena zastoja između privlačenje i grebanja jer nema više skidanja vitla i priključivanja grebača i obratno
- ⇒ grebač više nije potreban u pripremi tla jer se rad obavlja klinovima na dasci vitla
- ⇒ grebanje s daskom vitla ne oštećuje postojeći ponik i pomladak visine do 60 centimetara
- ⇒ povećava se sigurnost rada jer se traktor može izvući, tj. izvitlati sam (iz blata, jarka i sl.).

Iskaznica šumskih radnika – *Forest worker identification card*

Iskaznica šumskih radnika također je inovacija kojom se inspekciji rada pojednostavljuje prikaz svih potvrda koje radnik mora imati. Naime, prilikom inspekcije na terenu radnik mora predložiti sve potrebne potvrde (o osposobljenosti za rad na siguran način, rad s motornom pilom, položenom ispitu iz prve pomoći, rad s biljnim otrovima i dr.) koje su se višekratno umnožavale i držale na više mjesta (u službenim vozilima, uredu i dr.).

Rješenje je ponuđeno u ideji da se sve potvrde i dozvole prikažu na jednom mjestu. Pritom je razumljivo da svi dokumenti ne stanu u malu iskaznicu, već samo



Slika 2. Grebač koji se priključuje na traktor i klinovi zavareni na dasku (Hrvatske šume, broj 159, 2010)

Fig. 2 Terminal that is connected to the tractor and quoins welded on board



Slika 3. Iskaznica šumskih radnika (Hrvatske šume, broj 136, 2008)

Fig. 3 Forest worker identification card

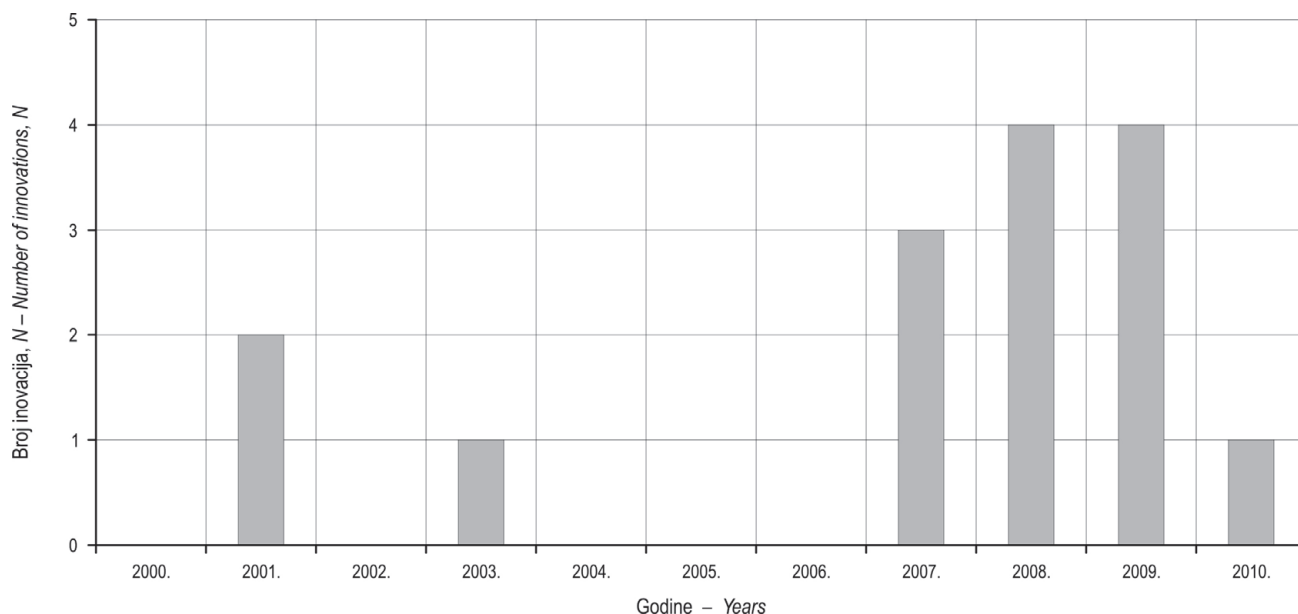
brojevi različitih potvrda, ovjereni žigom i potpisom voditelja uprave. Inspekcija tako traži samo iskaznice, a ako želi detaljniji uvid i provjeru, to može napraviti u

šumariji. Iskaznica pojednostavljuje pregled na terenu, ubrzava i olakšava posao inspekciji te pojeftinjuje cijeli postupak eliminiranjem potrebe za brojnim kopijama i mnoštvom papira.

Neki nalazi vezani uz pregled inovacija odnose se na njihovu vrstu, razinu novosti, dinamiku i dr. Napominje se da prikazani primjeri ne predstavljaju ukupnu inovacijsku aktivnost tvrtke, već samo inovacije o kojima su objavljeni tekstovi u časopisu poduzeća.

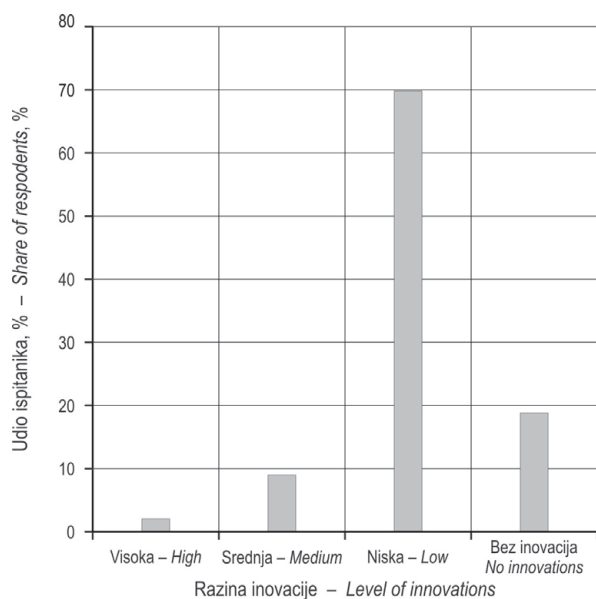
10. Rezultati dosadašnjih istraživanja inovacija u hrvatskom šumarstvu – *Results of innovation survey in Croatian forestry*

Istraživanja provedena u »Hrvatskim šumama« d.o.o. Zagreb (Antonić 2010, Šporčić i dr. 2011) pružaju dobru predodžbu o stanju inovativnosti u hrvatskom šumarstvu. Ispitivanjima su obuhvaćeni percepcija i razina inovacija u poduzeću, vrste inovacija, problemi njihove primjene, odnos prema znanju, inovacijski potencijal i dr. Rezultati pokazuju relativno nisku razinu inovativnosti u državnom šumskom poduzeću. Naime, oko dvije trećine ispitanika smatra da se inovacijama ne poklanja dovoljno pažnje, velika većina drži da inovacije nisu adekvatno nagrađene te da poduzeće nema učinkovit sustav procjene ideja. Zaposlenici rijetko ili uopće ne razmišljaju o inovacijama i kao glavne razloge za izostanak inovacija navode nepostojanje stimulacije i birokratske zapreke.



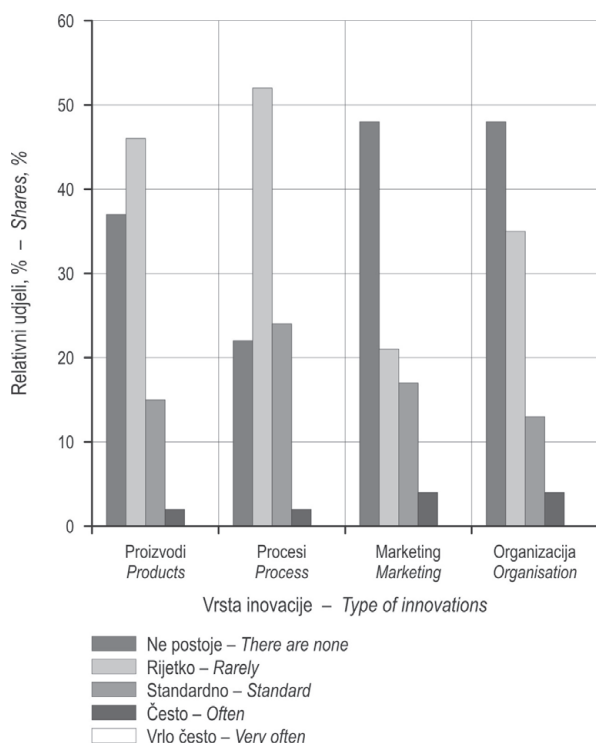
Slika 4. Brojnost inovacija po godinama

Fig. 4 Number of innovations by years



Slika 5. Procjena razine inovacija u poduzeću

Fig. 5 Innovation level in the firm



Slika 6. Vrste inovacija u poduzeću

Fig. 6 Type of innovations in the firm

Provedena istraživanja daju okvirnu sliku inovacija u domaćem šumarstvu. Uz određene probleme ona upućuju na moguća poboljšanja i prostor za unapre-

đenje hrvatskoga šumarstva podizanjem razine inovacija. Rezultati također upućuju na potrebu provođenja opsežnijih istraživanja inovacija u gospodarenju privatnim i državnim šumama u Hrvatskoj.

11. Rasprava i zaključci – Discussion and conclusions

Inovacije, kreativnost i inovativnost danas su nezaobilazne teme u analizama učinkovitosti i razvitka svakoga poduzeća. Općenito je prihvaćeno da su inovacijske aktivnosti ključni čimbenik ekonomskoga rasta, proizvodnosti i uspješnosti tvrtki, regija, sektora i država. I dok je razumijevanje inovacijskih aktivnosti i njihova ekonomskoga utjecaja u proteklom razdoblju značajno poraslo, ono je još uvijek nedovoljno. Naime, s promjenama u svjetskom gospodarstvu mijenja se i proces inovacija. Na primjer, globalizacija je dovela do dramatičnoga porasta u dostupnosti informacija i novih tržišta, isto je tako rezultirala novim organizacijskim oblicima i većom kompeticijom. Zahvaljujući napretku u tehnologijama i protoku informacija, glavnim pokretačem ekonomskoga rasta i inovacija sve se više drži znanje. Ipak, i dalje ne razumijemo u potpunosti kako ti čimbenici djeluju na inovacije.

Stvaranje, primjena i širenje znanja temeljni su za ekonomski rast, razvoj i dobrobit zemalja. Od središnje je važnosti pritom potreba za boljim mjerenjem inovacija. Da bi se razvila politika i pristupi koji na odgovarajući način podržavaju inovacije, potrebno je bolje razumijevanje inovacijskih aktivnosti kakve su R&D, interakcije i veze te relevantni tijekovi znanja. Također su potrebni odgovarajući postupci mjerenja i analize inovacija, odnosno prikupljanja boljih informacija.

Priručnik iz Osla u svojem je trećem izdanju upravo alat za prikupljanje i interpretaciju podataka o inovacijama. Sadržaj Priručnika iz Osla nudi odgovarajući koncept shvaćanja karakteristika i strukture inovacijskih procesa i njihove implikacije (na razvoj politika, ekonomski rast i dr.), okvir za ispitivanje inovacija, osnovne definicije, institucionalnu klasifikaciju i ključna neriješena pitanja koja daljnji podaci trebaju razjasniti. Obradene su inovacijske veze, vrste znanja i njihovi izvori, inovacijske aktivnosti i njihova izmjera te ciljevi, zapreke i ishodi inovacija. U dodatku Priručnik sadržava inovacijska istraživanja u zemljama u razvoju i detaljan popis s primjerima inovacija.

U šumarstvu kao tradicionalnom, nisko tehnološkom sektoru inovacijska istraživanja nisu tako naglašeno prisutna. Međutim, jednako kao i u drugim poslovno-proizvodnim sustavima, i razvoj prerade drva i šumarstva nužno se mora okrenuti inovacijama i promjenama kao uvjetu rasta i kvalitativnoga pomaka.

Drži se da inovacije u šumarstvu mogu biti instrument kojim će se povećati konkurentnost šumarstva u odnosu na druge sektore i na šumarske sektore drugih zemalja.

Provedena istraživanja inovacija u hrvatskom šumarstvu, nažalost, upućuju na relativno nepovoljno stanje inovacija u državnom šumskom poduzeću. Naime, rezultati pokazuju da poduzeće ima nisku inovacijsku kulturu, da zaposlenici rijetko ili uopće ne razmišljaju o inovacijama te da se eventualno razvijaju inovacije procesa, dok se razvoj novih proizvoda i usluga te marketinške i organizacijske inovacije gotovo u potpunosti zanemaruju.

Jednako kao u drugim tvrtkama, inovacije mogu biti ključ unapređenja i šumarskih poduzeća. Za ukupno gospodarstvo one mogu biti snažan motor razvoja i rješenje brojnih socijalnih i globalnih izazova. Svakako je prijeko potrebno, dugoročno gledano, ulagati u obrazovanje, infrastrukturu i istraživanja. Odnos države pritom ima važnu ulogu u poticanju tvrtki i drugih sudionika na inovacije: utvrđivanjem okvira, propisa, cijena, potražnje, poreza, javne nabave itd. Prioriteti strateškoga pristupa promicanju inovacija trebaju biti: osnaživanje ljudi za inovacije, oslobađanje inovacija u tvrtkama, stvaranje i primjena znanja, primjena inovacija u rješavanju globalnih i društvenih izazova te poboljšanje mjerenja i upravljanja inovacijama.

Za uspješne ideje i primjenu inovacija potrebno je kombinirati niz komplementarnih aktivnosti, uključujući i organizacijske promjene, obuku na razini tvrtke, testiranje, marketing, dizajn i dr. Inovacije danas obuhvaćaju mnogo više od istraživanja i razvoja (R&D), iako je ono i dalje temelj inovacija. Nalazi i izvješća Priručnika iz Osla i drugih sličnih inovacijskih istraživanja stoga su važna podloga za ispravno tumačenje inovacija te objektivno praćenje i mjerenje razine inovacijskih aktivnosti.

12. Literatura – References

- Amabile, T. M., R. Conti, H. Coon, J. Lazenby, M. Herron, 1996: Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39: 1154–1184.
- Antonić, D., 2010: Poticanje inovativnosti u državnim trgovačkim društvima na primjeru šumarstva. Specijalistički rad, Ekonomski fakultet, Zagreb, str. 1–166.
- Bukovina, T., 2011: Inovacije u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb – pregled i analiza. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 27 str.
- Marjanović, M., 2012: Prikupljanje i interpretacija inovacija u šumarstvu. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 30 str.
- Nelson, R., S. Winter, 1977: In search of a useful theory of innovation. *Research policy*, 6 (1): 36–77.
- OECD, 1995: Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T – Canberra Manual. OECD Publishing, Pariz, 111 str.
- OECD 2002: Frascati Manual – Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. OECD Publishing, Pariz, 266 str.
- OECD, 2005: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Oslo Manual, 3rd edition. OECD, Luxembourg, 162 str.
- Posavec, S., M. Šporčić, D. Antoniće, K. Beljan, 2011: Poticanje inovacija – ključ razvoja u hrvatskom šumarstvu. *Šumarski list*, 135 (5–6): 243–256.
- Rametsteiner, E., G. Weiss, K. Kubeczko, 2005: Innovation and entrepreneurship in forestry in central Europe. Leiden Brill Academic Publishers, 179 str.
- Rukavina, T., 2011: Inovacije u Hrvatskim šumama d.o.o. Zagreb – pregled i analiza. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 27 str.
- Schumpeter, J., 1911: Theorie der oekonomischen Entwicklung. Duncker & Humblot, München – Leipzig.
- Schumpeter, J., 1934: The Theory of Economic Development. English edition, Harvard University Press, Cambridge.
- Šporčić, M., S. Posavec, D. Antoniće, M. Landekić, 2011: Innovation and organizational culture in forestry. Proceedings of International scientific conference Technology and Ergonomics in the Service of Modern Forestry, Kraków, Poland, 26.–29. June 2011, str. 145–157.

Abstract

Guidelines for Collecting Data and Interpreting Innovations in Forestry

The paper presents the basic procedures and elements of measurement and analysis of innovation activities, as described in Oslo manual for data collection and interpretation of innovation. It deals with the main types of innovation, innovation activities, innovation measurement framework, qualitative and quantitative data, survey procedures, questionnaires, frequency of data collection, etc. Additionally, the paper presents a few examples of the innovation analysis in foreign forestry, examples of local innovation and the main results of previous innovation research in Croatian forestry. The aim was to encourage further innovative activities in forestry and to provide guidance and bases for a correct interpretation of innovation and objective monitoring and measurement of innovation activities in the forestry company.

Key words: innovation, measuring innovation activities, Oslo Manual, forestry

Adresa autorâ – Authors' addresses:

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

Marija Marjanović, mag. inž. šum.
e-pošta: marjanovicmara@gmail.com
Vranovača 78
HR – 53 230 Korenica

Primljeno (Received): 26. 9. 2012.
Prihvaćeno (Accepted): 29. 11. 2012.

Mogućnosti primjene GPS-a u istraživanju društvenih aspekata urbanoga šumarstva

Silvija Krajter Ostoić

Nacrtak – Abstract

Urbane su šume vrijedan prirodni resurs koji pruža višestruke koristi (ekološke, ekonomske i društvene) i svojevrsna su »priroda na kućnom pragu« za gradsko stanovništvo. Više od polovice svjetskoga stanovništva živi u urbanim sredinama, što zasigurno utječe na kakvoću života građana. Stoga koncept urbanoga šumarstva stavlja naglasak na društvene aspekte, kao što su pružanje mjesta za odmor i rekreaciju, utjecaj na zdravstveno stanje ljudi te edukativna uloga urbanih šuma za građane. Šumarska istraživanja u Hrvatskoj o urbanim šumama uglavnom ne uključuju društvene aspekte. Živimo u svijetu u kojem tehnologija igra važnu ulogu. Mobiteli, »pametni« telefoni ili navigacija u automobilima dio su svakodnevnice, a zajedničko im je da se svi koriste globalnim pozicijskim sustavom (GPS), koji se primjenjuje za određivanje položaja objekta u prostoru. U ovom se radu prikazuju mogućnosti primjene GPS-a u istraživanjima društvenih aspekata urbanoga šumarstva s obzirom na rekreaciju, zdravlje ljudi, ali i informiranje i edukaciju građana o urbanim šumama. Za te su potrebe korištene baze SCOPUS, Science Direct i Google Scholar. Navedeni primjeri pokazuju velike mogućnosti primjene GPS-a, osobito u kombinaciji s geografskim informacijskim sustavom (GIS) za istraživanje društvenih aspekata urbanoga šumarstva.

Ključne riječi: urbano šumarstvo, GPS, društveni aspekti, inventura, rekreacija, zdravlje, edukacija

1. Uvod – Introduction

Urbano šumarstvo u Europi intenzivno se razvija posljednjih dvadesetak godina (Konijnendijk 2003). Iako briga za šume u gradovima i neposrednoj blizini gradova ima dugu tradiciju, u novije vrijeme sve se više naglasak stavlja na ljude, odnosno društvene aspekte urbanoga šumarstva (Konijnendijk 2003), što je razumljivo s obzirom na to da većina svjetske i europske populacije živi u gradovima (UNFPA 2007). Pod urbanim šumama smatraju se u užem smislu šume i park-šume u gradovima i neposrednoj blizini gradova, dok u širem smislu mogu uključivati sve zelene površine poput parkova, drvoreda ili pojedinačnih stabala (Konijnendijk i dr. 2006). Hrvatska šumarska literatura koja se odnosi na urbane šume uglavnom istražuje razne uzgojne i ekološke aspekte (npr. Matić i Anić 2010) ili se primjerice odnosi na inventuru drvenastih vrsta (npr. Karavla 2006) i zaštićenih prirodnih

vrijednosti (npr. Španjol i dr. 2011). Pritom nedostaju istraživanja o društvenim aspektima, primjerice o rekreaciji, edukaciji građana o važnosti (urbanih) šuma, o utjecaju urbanih šuma na zdravstveno stanje i slično.

Teško da se može zamisliti suvremeni život bez mobilnih uređaja i pametnih telefona te navigacijskih uređaja u automobilima i raznovrsnih aplikacija koje nam pružaju pravodobne informacije vezane uz trenutnu lokaciju (engl. *location-based services*). Svi se ti uređaji koriste globalnim pozicijskim sustavom (engl. *Global Positioning System* ili skraćeno GPS), koji se sastoji od satelita u svemiru, koji služe za određivanje pozicije objekta na Zemlji ili u blizini Zemlje i njihove podrške na Zemlji (Jeffery 2004) te korisničkoga sučelja (razne vrste prijamnika). Iako se prvobitno koristio u vojne svrhe, od 2000. godine odlukom američke vlade postao je dostupan javnosti, što je rezultiralo njegovom vrlo raširenom primjenom (Shoval 2008). Da bi se odredile prostorne koordinate objekta na

zemlji, potrebno je imati dostupne signale najmanje triju satelita. Gdje god postoji mogućnost prijma signala, moguće je odrediti prostorne koordinate (najčešće geografska širina i dužina).

Primjena GPS-a, geografskoga informacijskoga sustava (GIS) i daljinskih istraživanja već se pokazala korisnom u urbanom šumarstvu za određivanje vegetacijskoga pokrova, strukture sastojine, sastava vrsta, »učinka otoka vrućine« (engl. *heat island effect*) te spremanja ugljika (Ward i Johnson 2007).

Cilj je ovoga rada navesti primjere primjene GPS-a u istraživanju društvenih aspekata urbanoga šumarstva, a za to su korištene baze SCOPUS, Science Direct i Google Scholar.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja – Literature review

Inventura urbanih šuma pruža važne informacije o lokaciji, količini i kakvoći urbanih šuma, ali je vremenski i financijski prilično zahtjevna, pa primjerice u SAD-u postoje inicijative da se građani, neprofesionalci, uključe u prikupljanje podataka o urbanim šumama (Abs-Elrahman i dr. 2010, Bloniarz i Ryan 1996). Abs-Elrahman i dr. (2010) ispitali su mogućnost uporabe digitalnih fotoaparata prosječne kvalitete za prikupljanje podataka o stablima. Volonteri fotografiraju stablo i na osnovi fotografija određuje se prsni promjer, visina i promjer krošnje fotografiranoga stabla. Položaj se stabla unosi i prikazuje u sučelju Google Maps™. Autori smatraju da primjenom te metode građani mogu pomoći u upotpunjavanju inventure urbanih šuma.

Primjer uključivanja građana u praćenje zdravstvenoga stanja urbanih šuma jest webGIS aplikacija Oak-Mapper (Kelly i Tuxen 2003, www.oakmapper.org). Aplikacija je pokrenuta kako bi se pratilo stanje zaraženosti hrastova u Kaliforniji patogenom *Phitophthora ramorum* koji uzrokuje visoku smrtnost zaraženih hrastova. Pomoću nje registrirani korisnici mogu unijeti podatke o stablima za koja sumnjaju da su zaražena. U toj interaktivnoj aplikaciji građani imaju pomoć u identifikaciji vrste hrasta i mogu unijeti podatke o primijećenim simptomima bolesti. Uneseni se podaci spremaju u bazu podataka Microsoft Access. Google mapu sadrži službeno potvrđene lokacije zaraženih stabala te sve one koje su građani prijavili, ali još nisu službeno potvrđene. Osim prikupljanja podataka o zaraženim stablima aplikacija ima i odgojnu ulogu jer podiže razinu svijesti građana o toj bolesti, njezinim simptomima i posljedicama (Kelly i Tuxen 2003).

Raspored zelenih površina u gradu može korelirati sa socioekonomskim statusom građana, što znači da

u četvrtima u kojima žive građani slabijega socioekonomskoga statusa može biti i manje zelenila (Heynen 2003, Heynen i dr. 2006). Japansko istraživanje koristi virtualni model grada koji se zasniva na podacima dobivenim GPS-om na primjeru grada Kyota, a bavi se dostupnošću pogleda na zelenilo, vodene površine, povijesne građevine i planine, što je obilježeno kao primjeri lijepoga pogleda, nasuprot tvornicama i cestama, koje služe kao primjeri ružnoga pogleda s obzirom na dob i socioekonomski status građana (Yasumoto i dr. 2011). Istraživanje je pokazalo da stariji građani imaju manju mogućnost pogleda na zelenilo, za razliku od građana koji žive u bogatijim četvrtima. Virtualni je model grada trodimenzionalni model koji je pohranjen primjerice u GIS-u i koristi tehniku virtualne realnosti kako bi što vjerodostojnije prikazao građevine i ostale sastavnice okoliša (Yasumoto i dr. 2011).

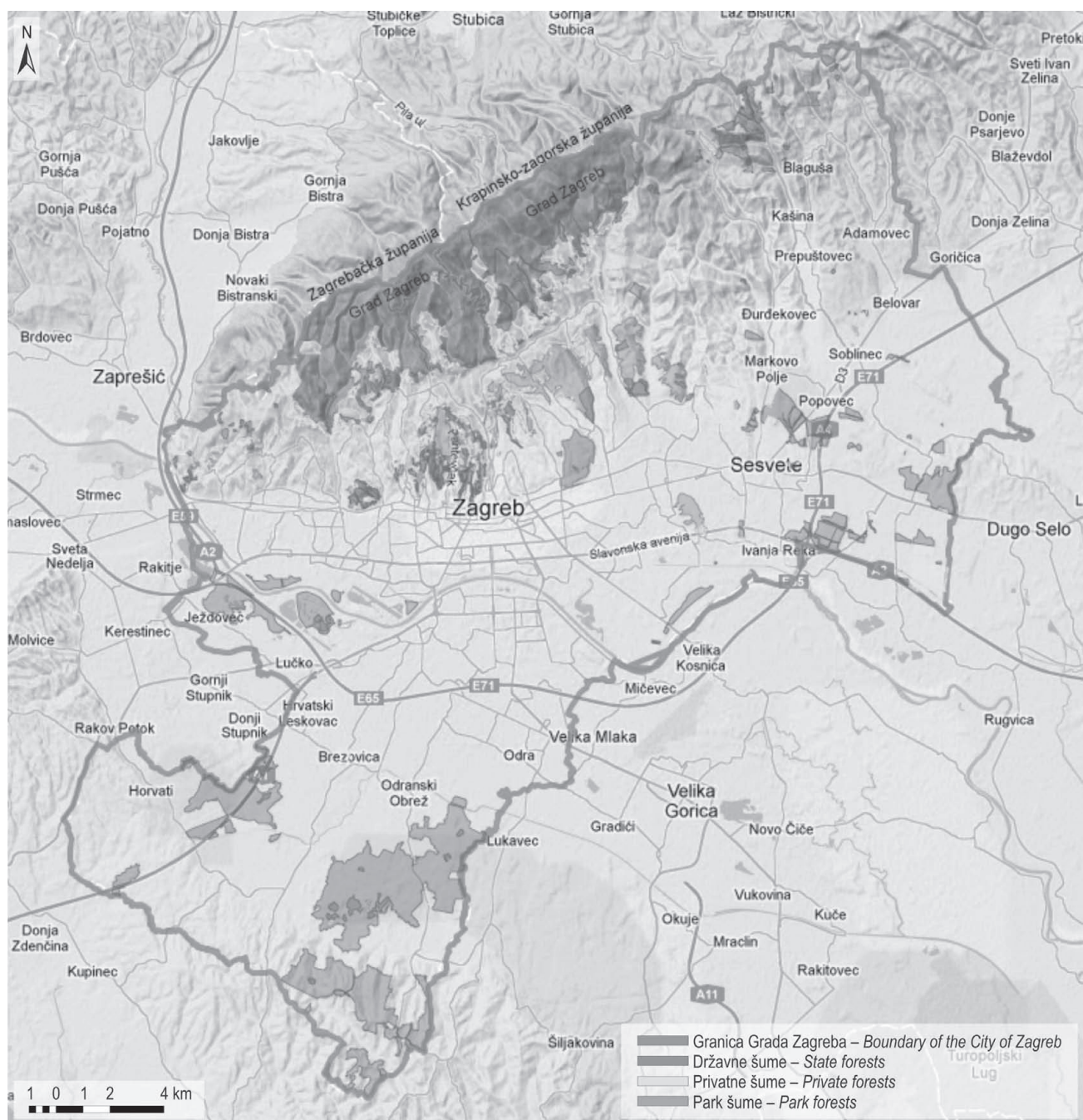
Blizina drveća, parkova i šuma uglavnom ima pozitivan utjecaj na cijenu nekretnina (Donovan i Butry 2011, Tyrväinen 1997, Tyrväinen i Miettinen 2000). Za vrednovanje netržišnih koristi od različitih oblika urbanih šuma, poput lijepoga pogleda ili mogućnosti rekreacije, primjenjuje se metoda hedonističkih cijena (engl. *hedonic pricing method*). Metoda polazi od pretpostavke da je vrijednost netržišnih koristi sadržana u cijenama nekretnina koje se nalaze u blizini. Jedan je od koraka u primjeni metode i georeferenciranje (određivanje prostornih koordinata) nekretnina s obzirom na podatke o njihovoj prodaji ili iznajmljivanju (Vuletić i dr. 2009).

Važna je društvena uloga urbanih šuma pružanje prostora za druženje i rekreaciju, što posredno ili neposredno utječe na psihofizičko zdravlje ljudi. Istraživanje koje su proveli Duncan i dr. (2009) bavi se mjerenjem tjelesne aktivnosti djece odnosno izmjerom potrošnje energije tijekom igre. Za to koriste kombinaciju GPS-a i mjerača otkucaja srca na školskoj djeci tijekom velikoga odmora. Svrha je istraživanja praćenje ponašanja školske djece tako da se mjeri duljina koju prijeđu tijekom igre i intenzitet njihova kretanja kako bi se izračunala potrošnja energije. Istraživanje pokazuje da je fizička aktivnost djece uglavnom manjega intenziteta te da se dječaci u prosjeku kreću brže od djevojčica. S obzirom na više-manje sjedilački način života suvremenoga čovjeka, a pogotovo epidemiju prekomjerne težine i debljine kod djece i mladih (De Onis i dr. 2010, Ogden i dr. 2010, WHO 2012), tjelesna se aktivnost preporučuje kao važna preventivna mjera (WHO 2012).

Seeger i dr. (2008) istražili su utjecaj krajobraznih obilježja u urbanim sredinama na tjelesnu aktivnost pojedinca. U istraživanju su se koristili GPS-om, mjerama tjelesne aktivnosti, meteorološkim podacima i podacima o vegetaciji koje su analizirali i prikazali u

GIS-u. Podaci dobiveni uz pomoć GPS-a pokazuju kojim se stazama ispitanici koriste za šetnju i rekreaciju i u koje vrijeme te ih je moguće povezati s podacima o vremenskim prilikama, vegetaciji i drugim krajobraznim obilježjima u blizini staze. Važnost je takvih istra-

živanja u pružanju podataka gradskim planerima o tome kakvo okruženje korisnici smatraju poželjnim za šetnju i rekreaciju, te se prikladnim dizajnom krajobraza može potaknuti gradska populacija na veću tjelesnu aktivnost.



Slika 1. Interaktivni pregled šuma Grada Zagreba (preuzeto s mrežne stranice <http://zagreb.sumins.hr/> uz dopuštenje Gradskoga ureda za poljoprivredu i šumarstvo Grada Zagreba)

Fig. 1 Interactive map of forests in the City of Zagreb (from the web-page <http://zagreb.sumins.hr/> use authorised by the City Office for Agriculture and Forestry)

Slično tomu poznato je da posjetitelji parka, zaštićenoga područja ili drugih zelenih površina, češće posjećuju pojedine dijelove u odnosu na druge. To može biti rezultat krajobraznih obilježja ili sadržaja koji se nude posjetiteljima. GPS može poslužiti za praćenje turističkoga i rekreacijskoga ponašanja posjetitelja (npr. Shoval 2008, Wolf i dr. 2012). Podaci dobiveni takvim istraživanjima korisni su za praćenje učestalosti i gustoće posjećivanja pojedinih sadržaja i u skladu s tim za planiranje novih sadržaja i usluga. Aplikacije na mobilnim telefonima mogu pružiti korisne informacije posjetiteljima zaštićenih područja (Krug i dr. 2003). U sklopu projekta WebPark Europske unije projektni konzorcij razvio je aplikaciju za posjetitelje švicarskoga nacionalnoga parka te proveo istraživanje o potrebama korisnika. Informacije vezane uz osobnu sigurnost, navigaciju te informacije o biljnom i životinjskom svijetu pokazale su se kao najvažnije. Korisnici su aplikacije također naglasili važnost kontrole nad sadržajem s obzirom na primanje informacija isključivo na zahtjev te važnost očuvanja privatnosti korisnika (Krug i dr. 2003).

Polazeći od pretpostavke da povećanje broja posjetitelja može negativno utjecati na ekosustav u zaštićenim područjima, GPS može poslužiti i za procjenu utjecaja posjetitelja na okoliš, a ta metoda pokazuje prednost u odnosu na druge, kao što su upitnici koje ispunjavaju posjetitelji sami ili neposredno brojenje posjetitelja pomoću zaposlenika zaštićenoga područja (Wolf i dr. 2012). Posjetitelji zainteresirani za sudjelovanje u istraživanju nose GPS sa sobom i time dobivamo vremenske i prostorne podatke o njihovom kretanju.

Praćenje zadovoljstva posjetitelja može se provesti na različite načine, od upitnika i osobnih dnevnika koje posjetitelji ispunjavaju sami do skupljih i sofisticiranijih mjerenja pomoću videokamera ili senzora za mjerenje broja posjetitelja. Kako bi razvili model kojim objašnjavaju zadovoljstvo planinara, Chhetri i dr. (2004) kombiniraju upitnike koje ispitanici sami ispunjavaju na točno određenim mjestima i krajobrazna obilježja tih mjesta kako bi identificirali koji čimbenici utječu na njihov doživljaj tijekom planinarenja. Od krajobraznih obilježja uzimaju u obzir pokrovnost krošnjama, gustoću stabala, vidljivost, broj grebena, nadmorsku visinu, nagib, podatke o vegetaciji i vodenim površinama koji se nalaze u GIS-ovoj bazi. Podatak o čimbenicima koji utječu na zadovoljstvo može poslužiti dalje za izradu sustava za donošenje odluka (engl. *decision support systems*).

Ljudi se mogu na različite načine emotivno vezati uz pojedina mjesta i ona za njih mogu imati posebnu važnost. Kako bi se otkrilo koja su to obilježja koja pojedina mjesta čine posebnim, obično primjenjuju

kvalitativne metode poput dubinskih intervjua, a jedna od novijih metoda su i hodajući intervjui (engl. *walking interviews*) (Jones i dr. 2008). Metoda hodajućih intervjua provodi se tako da istraživač i ispitanik zajedno hodaju određenom rutom te razgovaraju, a razgovor se snima na diktafon i istodobno se pomoću GPS-a snima trenutačna pozicija. Poslije se dijelovi transkripta uspoređuju s lokacijom, čime se može otkriti što u prostoru djeluje kao okidač za pojedine komentare ispitanika. Svrha je takvih istraživanja dati odgovor na pitanje koji su to elementi koji u ljudima pobuđuju osjećaj mjesta (engl. *sense of place*) i time dati smjernice planerima kako planirati prostor, npr. novi park ili gradsku četvrt. Time se izbjegava kreiranje »bezličnoga« prostora koji u korisnicima ne izaziva osjećaj mjesta.

GPS može biti koristan i za razvijanje sustava koji služe za izobrazbu i zabavu posjetitelja urbanih šuma ili za pružanje obavijesti građanima o urbanim šumama, čime se utječe na podizanje razine svijesti građana o šumama. Tako su primjerice Abe i dr. (2003) razvili metodu temeljenu na GPS-u koja služi za izobrazbu u šumi u obliku vođene ture koja učenicima pruža podatke s obzirom na mjesto na kojem se nalaze. Učenci nose sa sobom dlanovnik (engl. *Personal Digital Assistant*) koji im pruža podatke o lokaciji, a imaju i mogućnost igrati kviz i crtati lišće stabala, nakon čega dobivaju podatke o tom stablu.

Suradnja između Grada Zagreba i Hrvatskoga šumarskoga instituta rezultirala je Interaktivnim pregledom šuma Grada Zagreba (2012) koji je informativno-edukativnoga karaktera. Na njemu svi zainteresirani mogu naći podatke o prostornoj lokaciji šuma i park-šumama Grada Zagreba, vrstama drveća, štetnim kukcima, gljivama, životinjskim vrstama, pticama te pročitati opise pojedine vrste (slika 1).

3. Rasprava – Discussion

Primjeri navedeni u pregledu literature pokazuju da postoji velika mogućnost primjene GPS-a u urbanom šumarstvu, posebno u istraživanju društvenih aspekata urbanoga šumarstva, zbog velike dostupnosti GPS-a i mobilnih uređaja i u novije vrijeme pametnih telefona koji u sebi imaju ugrađen GPS. Živimo u »*cellular society*«, kako ga naziva Shoval (2007), u kojem više od 50 % svjetske populacije posjeduje mobilni uređaj. Ta se činjenica može iskoristiti s jedne strane da bi se bolje proučilo ljudsko ponašanje i što na njega utječe, te s druge strane kako bi se na inovativan način pružila informacija korisnicima urbanih šuma i zaštićenih područja. Iskazani interes za određenim tipom informacija može poslužiti za poboljšanje

usluge posjetiteljima urbanih šuma te posredno i za edukaciju i podizanje svijesti o važnosti (urbanih) šuma (usp. Abe i dr. 2003, Kelly i Tuxen 2003). Informacije dobivene pomoću GPS-a korisne su i za one koji gospodare ili upravljaju urbanim šumama, pogotovo ako se radi o zaštićenim područjima. Ekološke informacije i informacije dobivene društvenim istraživanjima, poput rezultata anketa, intervju a ili popisa stanovništva, mogu se povezati upravo pomoću GPS-a i GIS-a, pružajući tako potpuniju sliku o urbanim šumama onima koji se bave njihovim planiranjem, gospodarenjem i održavanjem (Pickett i dr. 2011).

4. Literatura – References

- Abe, M., T. Yoshimura, N. Yasukawa, K. Keisuke, K. Moriya, T. Sakai, 2005: Development and evaluation of a support system for forest education. *J For Res* 10: 43–50.
- Abs-Elrahman, A. H., M. E. Thornhill, M. G. Andreu, F. Escobedo, 2010: A community-based urban forest inventory using online mapping services and consumer-grade digital images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 249–260.
- Bloniarz, D. V., D. P. III Ryan, 1996: The use of volunteer initiative in conducting urban forest resource inventories. *Journal of Arboriculture* 22(2): 75–82.
- Chhetri, P., C. Arrowsmith, M. Jackson, 2004: Determining hiking experiences in nature-based tourist destinations. *Tourism Management* 25: 31–43.
- De Onis, M., M. Blössner, E. Borghi, 2010: Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr* 92: 1257–64.
- Donovan, G. H., D. T. Butry, 2011: The effect of urban trees on the rental price of single-family homes in Portland, Oregon. *Urban For. Urban Gree.* 10(3): 163–168.
- Duncan, J. S., H. M. Badland, G. Schofield, 2009: Combining GPS with heart rate monitoring to measure physical activity in children: A feasibility study. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12: 583–585.
- Jeffery, B. (Ed.), 2004: Glossary. *Encyclopedia of Forest Sciences*. Elsevier, Oxford: 1873–1928.
- Heynen, N. C., 2003: The scalar production of injustice within the urban forest. *Antipode*: 980–998.
- Interaktivni pregled šuma Grada Zagreba (2012) <<http://zagreb.sumins.hr/>> (Pristupljeno 6. studenoga 2012.)
- Heynen, N., H. A. Perkins, P. Roy, 2006: The political ecology of uneven urban green space. The impact of political economy on race and ethnicity in producing environmental inequality in Milwaukee. *Urban Affairs Review* 42(1): 3–25.
- Jones, P., G. Bunce, J. Evans, H. Gibbs, J. Ricketts Hein, 2008: Exploring space and place with walking interviews. *Journal of Research Practice* 4 (2), Article D2. <<http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/150/161>> (Pristupljeno 3. studenoga 2012.)
- Karavla, J., 2006: Dendrološke karakteristike zelene potkove Grada Zagreba s prijedlogom obnove njezinog istočnog dijela (Dendrological characteristics of the City of Zagreb Green Horseshoe. Suggestion for the regeneration of its eastern part). *Šumarski list* 130(1–2): 31–40.
- Kelly, N. M., K. Tuxen, 2003: WebGIS for monitoring »Sudden Oak Death« in coastal California. *Computers; Environment and Urban Systems* 27: 527–547.
- Konijnendijk, C. C., 2003: A decade of urban forestry in Europe. *Forest Policy and Economics* 5: 173–186.
- Konijnendijk, C. C., R. M. Ricard, A. Kenney, T.B. Randrup, 2006: Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 4: 93–103.
- Krug, K., W. Abderhalden, R. Haller, 2003: User needs for location-based services in protected areas: Case study Swiss National Park. *Information Technology & Tourism* 5 (4): 235–242.
- Matić, S., I. Anić (ur.), 2010: Park-šume grada Zagreba. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 200 str.
- Marshall, B. P. McGrath, C. H. Nilon, R. V. Poyat, K. Szlavecz, A. Troy, P. Warren, 2011: Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management* 92: 331–362.
- OakMapper (2012) <www.oakmapper.org> (Pristupljeno 3. studenoga 2012.)
- Ogden, C. L., M. D. Carroll, L. R. Curtin, M. M. Lamb, K. M. Flegal, 2010: Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007–2008. *Journal of the American Medical Association* 303(3): 242–249.
- Pickett, S. T. A., M. L. Cadenasso, J. M. Grove, C. G. Boone, P. M. Groffman, E. Irwin, S. S. Kaushal, V.
- Seeger, C. J., G. J. Welk, S. Erickson, 2008: Using Global Position Systems (GPS) and Physical Activity Monitors to Assess the Built Environment. *URISA Journal* 20(2): 5–12.
- Shoval, N., 2007: Sensing human society. *Environment and Planning B: Planning and Design* 34: 191–195.
- Shoval, N., 2008: Tracking technologies and urban analysis. *Cities* 25: 21–28.
- Španjol, Ž., D. Barčić, R. Rosavec, B. Dorbić, 2011: Biološko-ekološko i prostorno vrednovanje zaštićenih prirodnih vrijednosti u županijama. (Biological-ecological and spatial valorisation of protected natural values in Northwest Croatian counties). *Šumarski list* 135(1–2): 51–62.
- Tyrväinen, L. 1997: The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. *Landscape Urban Plan*, 37(3–4): 211–222.
- Tyrväinen, L., A. Miettinen, 2000: Property Prices and Urban Forest Amenities. *J. Environ. Econ. Manag.* 39(2): 205–223.

United Nations Population Fund <<http://www.unfpa.org/pds/urbanization.htm>> (Pristupljeno 3. studenoga 2012.)

Vuletić, D., M. Benko, T. Dubravac, S. Krajter, V. Novotny, K. Indir, I. Balenović, 2009: Review of nonmarket forest good and services evaluation methods. *Period. Biol.* 111(4): 515–521.

Ward, K. T., G. R. Johnson, 2007: Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information. *Urban Forestry & Urban Greening* 6: 15–22.

Wolf, I. D., G. Hagenloh, D. B. Croft, 2012. Visitor monitoring along roads and hiking trails: How to determine usage levels in tourist sites. *Tourism Management* 33: 16–28.

World Health Organization (WHO), 2012: Obesity and overweight. Fact sheet No 311. May 2012. <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>> (Pristupljeno 2. studenoga 2012.)

Yasumoto, S., A. P. Jones, T. Nakaya, K. Yano, 2011: The use of a virtual city model for assessing equity in access to views. *Computers, Environment and Urban Systems* 35: 464–473.

Abstract

Possibilities for GPS Application in Studying Social Aspects of Urban Forestry

Urban forests are valuable natural resources that provide many benefits (ecological, economic and social) to urban population. More than half of the world's population resides in urban areas and hence the quality of life should be one of the issues to be dealt with by urban society. Therefore, the modern concept of urban forestry places a special emphasis on social benefits of urban forests, such as recreation and health aspects, and well as on education and raising awareness of urban forests among urban population. Still, in Croatia social aspects of urban forestry have not been adequately researched. In contemporary society, technology plays a great role, and cellular phones, smartphones and car navigation are part of everyday life. All these devices use Global Positioning System (GPS) for georeferencing of objects. The goal of this paper is to give an overview of the use of GPS in studying the social aspects of urban forestry, such as recreation, health benefits, urban forest education, as well as providing timely information on urban forests to citizens. For this purpose SCOPUS, Science Direct and Google Scholar databases were used. Literature review shows great potential of using GPS, especially in combination with Global Information System (GIS), in studying the social aspects of urban forestry.

Key words: urban forestry, GPS, social aspects, inventory, recreation, health, education

Autoričina adresa – *Authors' address:*

Silvija Krajter Ostoić, dipl. inž. šum.
e-pošta: silvijak@sumins.hr
Hrvatski šumarski institut
Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku
Trnjanska cesta 35
HR – 10 000 Zagreb

Primljeno (Received): 7. 11. 2012.

Prihvaćeno (Accepted): 10. 12. 2012.

Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC 2012 Croatia »Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«, Dubrovnik (Cavtat), Hrvatska, 8–12. listopada 2012.

Još od 1966. godine, kada je u Zvolenu (tadašnja Čehoslovačka) održano prvo znanstveno savjetovanje pod imenom *Forestry Mechanization*, pa sve do danas održala se tradicija šumarske znanosti i struke izmjenjivanja ideja, poticanja suradnje te rješavanja gorućih problema i primjene šumarske mehanizacije. U počecima se broj sudionika savjetovanja kretao od 20 do 40, a posljednjih je godina porastao na 100 do 120, dok je ova godina bila rekordna s 243 sudionika na savjetovanju u Cavtatu. Također treba spomenuti kako su u početku savjetovanja FORMEC-a bila usmjerena ka zemljama srednje i istočne Europe (dovoljno je spomenuti neke od osnivača kao što su Bojanin, Hafner, Kaldy, Krivec, Pankotai, Pestal, Platze i drugi), što se s godinama promijenilo, pa tako danas sudionici dolaze ne samo iz cijele Europe već i čitavoga svijeta. U Hrvatskoj je savjetovanje FORMEC-a prvi put bilo održano u Zalesini 1983. godine, zatim drugi put u Zagrebu 1999. godine. U počecima je službeni jezik savjetovanja bio njemački jezik, ali zbog želje za uključivanjem što više znanstvenika, posebice mladih znanstvenika, službeni jezik postaje engleski jezik. FORMEC 2012 Croatia u mnogo čemu je posebno savjetovanje. Održano je na jugu Hrvatske u povijesnom gradiću Cavtatu, u blizini svjetski poznatoga Dubrovnika i prelijepe Konavale. Mjesto je događanja bio hotel Croatia, smješten u cavtatskom zaljevu, potpuno uklopljen u sredozemni prirodni okoliš poluotoka Sustjepana. Ako govorimo u brojkama, tada svakako treba spomenuti da su sudionici dolazili s pet svjetskih kontinenata, održano je 96 usmenih izlaganja (prvoga dana izlaganja su bila i u tri usporedne sesije) te je prikazano 70 posterskih izlaganja, što daje jasan podatak da se radi o najvećem međunarodnom šumarskom skupu 2012. godine u svijetu.

Organizatori su savjetovanja Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i mreža FORMEC. Suorganizatori su savjetovanja: IUFRO (*International Union of Forest Research Organizations*), »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatsko šumarsko društvo, Akademija šumarskih znanosti, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske, Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske i Hrvatska gospodarska komora. Savjetovanje je otvorio dekan prof. dr. sc. Milan Oršanić, a tada su i čelni ljudi suorganizatora i Organizacijskoga odbora u sklopu svečanosti otvaranja pozdravili sudionike i održali pozdravne govore.

Pozdravni govor predsjednika organizacijskoga odbora prof. dr. sc. Tibora Penteka (slika 1):

Cijenjene kolegice i kolege, poštovane dame i gospodo, dopustite mi da vam se kao predsjednik Organizacijskoga odbora 45. međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja pod imenom »Forestry Mechanization«, odnosno FORMEC, obratim s nekoliko prigodnih riječi.

U prvom redu želio bih pozdraviti visoke predstavnike organizatora, suorganizatora, pokrovitelja i cijenjene goste ovoga savjetovanja:

- ⇒ Posebno pozdravljam dekana Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Milana Oršanića.
- ⇒ Srdačan pozdrav upućujem prof. dr. sc. Karlu Stampferu, predsjedniku međunarodnoga udruženja FORMEC.
- ⇒ Lijep pozdrav prof. dr. sc. Hansu Rudolfu Heimmannu, predsjedniku IUFRO razreda 3.
- ⇒ U ime Ministarstva poljoprivrede danas je s nama pomoćnik ministra mr. sc. Goran Rubin.

- ⇒ Nadalje, osobita mi je čast i zadovoljstvo pozdraviti predsjednika Uprave poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb mr. sc. Ivana Pavelića.
- ⇒ Predstavnik Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije njezin je predsjednik Damir Felak, dipl. inž. šum.
- ⇒ Pozivu na Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC 2012 odazvao se predsjednik Hrvatskoga šumarskoga društva mr. sc. Petar Jurjević.
- ⇒ U radu konferencije sudjelovat će i predsjednik Akademije šumarskih znanosti akademik Slavko Matić.

Lijep pozdrav svim članovima Organizacijskoga, Znanstvenoga i Počasnoga odbora Savjetovanja, svim profesorima i asistentima, istraživačima, kolegama iz šumarske operative, referentima, sponzorima, donatorima, podupirateljima, predstavnicima medija te svim ostalim sudionicima Međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja FORMEC 2012 – »Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«.

Ideja o organizaciji ovakva međunarodnoga znanstvenoga skupa u Hrvatskoj provlačila se od 1999. godine u razgovorima šumarskih znanstvenika, stručnjaka i operativaca koji se bave šumarskim inženjerstvom i koji su se našli na dvama međunarodnim znanstvenim savjetovanjima FORMEC-a u Delnicama i Zalesini te na savjetovanju IUFRO-a u Opatiji.

Konkretni razgovori o mogućnosti organizacije međunarodnoga savjetovanja FORMEC-a u Republici Hrvatskoj započeli su s prof. dr. sc. Karlom Stampferom sa Sveučilišta u Beču, predsjednikom međunarodnoga udruženja FORMEC, 2006. godine. U Ravnoj Gori je 2007. godine održano međunarodno znanstve-

no savjetovanje s pozvanim referatima, također iz područja šumarskoga inženjerstva, u prvom redu za kolege šumare praktičare iz Hrvatske i iz Slovenije. To je bilo jedno vrlo uspješno savjetovanje i svojevrsna ulaznica za dobivanje organizacije 45. međunarodnoga savjetovanja FORMEC 2012.

Danas, punih šest godina nakon početnih razgovora o mogućnosti organiziranja skupa u Hrvatskoj nalazimo se u Cavtatu gdje je FORMEC 2012 organiziran. O kakvu je poslu riječ, pokazat će nam ovi podaci:

- ⇒ na savjetovanju je prisutno (registrirano) 230 sudionika, od čega 70 iz Hrvatske, a 160 iz inozemstva
- ⇒ sudionici dolaze iz 25 europskih i 7 izvan europskih zemalja
- ⇒ tijekom skupa FORMEC 2012 bit će predstavljeno 96 usmenih i 70 posterskih izlaganja
- ⇒ rad će se odvijati u dvije plenarne sesije, deset podijeljenih (tematskih) sesija i u jednoj poster-skoj sekciji.

Temeljem navedenoga s potpunim pravom možemo reći da svi zajedno nazočimo najvećemu međunarodnomu znanstvenom savjetovanju u području šumarskoga inženjerstva u Europi i u svijetu u 2012. godini.

Glavni su organizatori savjetovanja Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i međunarodno udruženje FORMEC (udruženje okuplja znanstvenike i stručnjake ponajprije iz europskih zemalja, ali i šire, koji se u šumarstvu bave pridobivanjem drva, otvaranjem šuma i mehaniziranjem šumskih radova).

Iza organizacije ovoga skupa FORMEC 2012 stoji golem posao i velik broj ljudi koji su ga odradili. Na kraju se koristim ovom prilikom da iskreno i duboko



Slika 1. Svečanost otvaranja FORMEC 2012 Croatia

Fig. 1 Opening ceremony of FORMEC 2012 Croatia

zahvalim svima koji su na bilo koji način pridonijeli organizaciji savjetovanja: organizatorima, suorganizatorima, sponzorima, donatorima, podupirateljima, članovima Organizacijskoga odbora, članovima Znanstvenoga odbora, članovima Počasnoga odbora, članovima Tajništva, svim autorima radova i postera, recenzentima radova i svima ostalima uključenima u organizaciju FORMEC-a 2012.

Sada pozivam predstavnike organizatora, suorganizatora i pokrovitelja Međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja FORMEC 2012 – »Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«, koji to žele učiniti, da pozdrave skup te molim dekana Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Milana Oršanića da nam se obrati s nekoliko prigodnih riječi te službeno otvori 45. međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC 2012 – »Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment«.

Nakon održanih pozdravnih govora predsjednika Organizacijskoga odbora prof. dr. sc. Tibora Penteka, dekana Šumarskoga fakulteta prof. dr. sc. Milana Oršanića te svih predstavnika organizatora, suorganizatora i pokrovitelja Međunarodnoga znanstvenoga savjetovanja FORMEC 2012, znanstvena mreža FORMEC, na čelu s predsjednikom prof. dr. sc. Karlom Stampferom dodijelila je godišnje nagrade istaknutim članovima organizacije. Nagrade su primili: Ante P. B. Krpan, Peter Schiess, Gero Becker, Staffan Berg, Iwan Wästerlund (slika 2) i Walter Warkotsch.

U sklopu svečanosti otvaranja savjetovanja prikazana je kratka prezentacija časopisa CROJFE izlaganjem jednog od glavnih urednika prof. dr. sc. Tomislava



Slika 3. Prezentacija časopisa CROJFE te svečano potpisivanje suradnje organizacije FORMEC i časopisa CROJFE

Fig. 3 Presentation of Croatian Journal of Forest Engineering and ceremonial signing of cooperation agreement between FORMEC network and the Journal



Slika 2. Dodjela nagrada mreže FORMEC istaknutim članovima organizacije (na slici Iwan Wästerlund)

Fig. 2 Distinguished members of FORMEC network received annual awards (Iwan Wästerlund receiving the award)

Poršinskoga (slika 3). Časopis CROJFE svake godine postaje sve uspješniji, s budućim ciljem povećanja faktora utjecaja (Impact Factor) te ulaska u CC baze podataka (Current Contents). Svečano potpisivanje (slika 3) suradnje između FORMEC-a i časopisa CROJFE (potpisnici: predsjednik FORMEC-a prof. dr. sc. Karl Stampfer, dekan Šumarskoga fakulteta prof. dr. sc. Milan Oršanić, glavni urednici časopisa CROJFE prof. dr. sc. Tibor Pentek i prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky) osiguralo je da CROJFE bude službeno glasilo FORMEC-a iduće četiri godine.

Da bi obuhvatio sva područja vezana uz pridobivanje drva, otvaranje šuma i mehaniziranje šumskih radova, Organizacijski je odbor definirao ove cjeline po kojima su bili razvrstani radovi prikazani na savjetovanju:

1. Sustavi i tehnologije pridobivanja drva (Harvesting systems and technologies)
2. Planiranje i upravljanje mrežom šumskih prometnica (Forest road network planning and management)
3. Ekološki učinkovite tehnologije u šumarstvu (Eco-efficient technologies in forestry)
4. Proizvodnja biomase i njezina uporaba (Biomass production and use)
5. Logistika i optimizacija transporta (Logistics and transport optimization)
6. Šumarstvo i drvna industrija u suglasju s načelima potrajnoga gospodarenja (Forestry and wood industry on close-to-nature principles)
7. Radni dizajn i poslovno upravljanje u šumarstvu (Work design and business management in forestry)
8. Ergonomija i sigurnost pri šumskim radovima (Ergonomics and work safety in forestry)
9. IT tehnologije i daljinska istraživanja u šumarstvu (IT and remote sensing in forestry)
10. Potrajno i održivo uređivanje i uzgajanje šuma (Sustainable forest management and silviculture).

Nakon svečanosti otvaranja održana je plenarna sesija s moderatorima prof. dr. sc. K. Stampferom i prof. dr. sc. I. Potočnikom. Izloženi su ovi radovi:

1. Karl Stampfer: Suvremeni lanci dobave drvnoga iverja uz brojne izazove u njihovu modeliranju (*State of the Art and Challenges in Modelling and Simulation of Wood Chip Supply Chains*)
2. Hans Rudolf Heinimann: Analiza životnoga ciklusa u šumarstvu – stanje i perspektiva (*Life Cycle Assessment LCA in Forestry-State and Perspectives*)
3. Raffaele Cavalli: Perspektiva istraživanja iznošenja drva žičarama u šumarskoj inženjerskoj zajednici (*Prospects of Research on Cable Logging in the Forest Engineering Community*)
4. Marijan Šušnjar, Milan Oršanić, Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky, Mario Šporčić: Izazovi u akademskom obrazovanju šumarskih inženjera (*Recent Challenges of Forest Engineering Academic Education*), slika 4.

Sažetak rada:

Rad prikazuje povijest i tradiciju šumarstva akademskoga obrazovanja u Europi. Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća mnogo se promjena dogodilo u šumarskom akademskom obrazovanju te je ono u određenoj mjeri izgubilo socioekonomski položaj. U

mnogim europskim zemljama visokoobrazovni programi (studiji) iz smjera šumarstva samo su dio obrazovnih sustava sveučilišta primijenjenih znanosti, prirodoslovnih znanosti, poljoprivrednih ili tehničkih znanosti. Važne promjene visokoobrazovnih sustava napravljeni su radi uspostave novih obrazovnih programa prema bolonjskomu procesu. Na hrvatskom primjeru, gdje je reforma nastavnih programa prema bolonjskomu procesu napravljena prije sedam godina, potrebno je raspraviti neke od novonastalih problema i nedostataka. Najvažniji se problemi javljaju u zapošljavanju prvostupnika, smanjenju broja studenata te u procjeni šumarskih obrazovnih programa u samoj šumarskoj praksi. Također, područje šumarskih tehnika i tehnologija koje još uvijek imaju prilično jako uporište u šumarskoj praksi, nije u dovoljnoj mjeri zastupljeno u studijskim šumarskim programima mnogih zemalja. Kako bi se u budućnosti osiguralo dostojno mjesto sveučilišnoga šumarskoga obrazovanja u Republici Hrvatskoj i Europi, postojeće programe studija treba ocijeniti, popraviti i ažurirati s razvojem novih nastavnih metoda, promicati stvaranje novih, ovodobnih nastavnih materijala i priručnika te poticati studente na znanstveni i samostalni rad. Radi očuvanja, ali i radi priznavanja važnosti obrazovanja iz područja šumskih tehnika i tehnologija, neke od postojećih pravila bolonjskoga procesa mogla bi biti prihvaćena. U prvom redu treba istaknuti potrebu za osnivanjem zajedničkih diplomskih studija u okviru programa Erasmus Mundus koji će ojačati postojeću suradnju i poslužiti kao osnova za upješniji, zajednički, znanstvenoistraživački rad i obrazovanje. Treba naglasiti da bi se uspostavom novih diplomskih studija iz područja šumskih tehnika i tehnologija omogućio razvoj visokoga obra-



Slika 4. Izlaganje izv. prof. dr. sc. Marijana Šušnjara

Fig. 4 Oral presentation of associated professor Marijan Šušnjar



Slika 5. Usmena izlaganja na FORMECU-u 2012

Fig. 5 Oral presentations at FORMEC 2012



zovanja u europskom okruženju radi povećane mobilnosti studenata i akademskoga osoblja.

5. Ivan Hodić, Danko Kuric, Željko Tomašić: »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb: Uspješno poslovanje i dostizanje cilja (*Croatian Forests Ltd. – Successful in Fulfilling its Mission*).

Prvoga dana savjetovanja usmena su izlaganja (slika 5) održana u trima usporednim sesijama, dok su ostale dane izlaganja bila u dvjema usporednim sesijama.

U sklopu 16 sesija usmena su izlaganja bila održana po ovom rasporedu:

Dan prvi, 9. 10. 2012.

Sesija 1: Sječni sustavi i tehnologije (1), moderator: Hans Rudolf Heinimann

1. Emmanuel Cacot, David Peuch, Adrien Arraïolos, Philippe Ruch, Paul Magaud: Internetske baze podataka proizvodnosti harvesterâ i forvardera: primijenjene metode i rezultati (*Online Database for Harvesters and Forwarders Productivities: Used Methods and Results*)
2. Jurij Beguš, Janez Krč: Načini uvođenja modernih tehnologija u šumarstvo Slovenije s naglaskom na sustav harvester – forvarder (*Ways in Introducing Modern Technologies in Slovenian Forests with the Emphasis on Logging by Harvester and Forwarder*)
3. Yuri Gerasimov, Alexander Seliverstov, Vladimir Syunev: Gubici i oštećenja na oblovinu povezani s održavanjem sječne glave jednozahvatnoga harvesterâ (*Industrial Round-wood Damage and Operational Efficiency Losses Associated with the*

Maintenance of the Delimbing and Feeding Mechanisms of a Single-grip Harvester)

4. Jiří Dvořák, Pavel Natov: Korištenje harvesterâ u gospodarenju šumama u Republici Češkoj (*Surface Use of Harvester Technology in the Forest Management in the Czech Republic*)
5. Ola Lindroos, Iwan Wåsterlund: Priklučenje prikolice na forvarder – smanjenje troškova i potrošnje goriva na većim udaljenostima privlačenja drva (*Field Study of a Forwarder Trailer Concept – Lower Cost and Fuel Consumption at Long Distances*)
6. Mohammad Reza Ghaffariyan, Mark Brown, Mauricio Acuna: Ocjena sortimentne sustrukture pridobivanja drva u južnoj Tasmaniji, Australija (*Cut-to-length Harvesting System Evaluation in Southern Tasmania, Australia*).

Sesija 2: Učinkovite i okolišno prihvatljive tehnologije u šumarstvu (1), moderator: Jori Uusitalo

1. Eric R. Labelle, Dirk Jäger: Kvantificiranje uporabe zastora granjevine pri snižavanju vršnih opterećenja i površinskih dodirnih tlakova forvardera (*Quantifying the Use of Brush Mats in Reducing Forwarder Surface Contact Pressure*)
2. Tomislav Poršinsky, Andreja Đuka, Igor Stankić: Učinkovito i okolišno prihvatljivo izvoženje drva forvarderom na glejnim tlima (*Ecoefficient Timber Forwarding on Gley Soils*)

Sažetak rada:

U radu se prikazuje istraživanje mogućnosti izvoženja drva forvarderima na učinkovit i okolišno prihvatljiv način u uvjetima ograničene nosivosti glejnih tala

hrvatskih nizinskih šuma zbog njihove povećane vlažnosti tijekom cijele godine. Analiza je provedena na primjeru srednje teškoga šesterokotačnoga forvardera Valmet 840.2, a obuhvatila je: 1) utjecaj smanjenja tereta na učinkovitost forvardera, 2) okolišnu pogodnost forvardera u uvjetima ograničene nosivosti tla temeljem nominalnoga tlaka na podlogu (Mellgren 1980) prednjih i stražnjih kotača vozila ovisno o masi utovarenoga drva, opremljenosti vozila užim (600 mm) i širim (710 mm) gumama, odnosno opremljenosti kotača stražnje (bogi) osovine gusjenicama. Granicu okolišne pogodnosti predstavljalo je dopušteno opterećenje tla ograničene nosivosti <60 kPa (Owende i dr. 2002). Rezultati analize učinkovitosti izvoženja drva forvarderom upućuju na to da je smanjenje tereta u uvjetima ograničene nosivosti glejnih tala, kao mjera koja osigurava kretnost vozila, ali i smanjenje razine oštećivanja šumskoga tla izrazito neprihvatljivo zbog pada proizvodnosti i rasta jediničnih troškova. Analiza nominalnoga tlaka na podlogu ispod kotača prednje i kotača (gusjenica) stražnje osovine pokazala je da se u uvjetima ograničene nosivosti tla: 1) može iskoristiti nominalna nosivost forvardera te učinkovito izvoziti drvo, 2) pri čemu će okolišnu pogodnost osigurati primjena čeverosovinskih (osmerokotačnih) forvardera opremljenih širim gumama te polugusjenicama na kotačima prednje i stražnje bogi osovine vozila.

3. Miroslav Kleibl, Radomir Klvac, Josef Pohoraly: Zbijanje tla na traktorskim putovima: mjerenja penetrolagerom i deflektometrom (Strip Road Compaction Caused by Logging Technology (Measured by Penetrologger and Deflectometer))
4. Marko Zorić, Zdravko Pandur, Dubravko Horvat, Marijan Šušnjar, Ivan Perković: Utjecaj višetrukoga prolaska forvardera na zbijanje tla (Evaluation of Forwarder Multipassing on Soil Compaction)

Sažetak rada:

U Hrvatskoj se za izvoženja drva iz oplodnih sječa nizinskih šuma najčešće koriste forvarderi, koji zbog svoje velike mase i velike mase tereta koji prevoze, a zbog česte povećane vlažnosti šumskoga tla u zimsko-proljetnom razdoblju, mogu izazvati velika oštećenja tla. Cilj je ovoga rada bio istražiti utjecaj broja prolaza na zbijanje tla u kolotrazima forvardera nakon pripremnoga sijeka nizinske sastojine hrasta lužnjaka. Istraživanje je obavljeno u povoljnim uvjetima vlažnosti tla koje se prema EcoWoodovoj razredbi može svrstati u grupu (vrlo) čvrsto tlo. Ocjena zbijanja tla temelji se na parametrima: konusnom indeksu tla (mjerenome penetrometrom) i posmičnoj čvrstoći tla (mjerena krilnom sondom na površini tla i na dubini tla od 15 cm). Količina je prevezenoga drva (masa forvardera) mje-

rena pomoću prijenosne mjerne vage. Najveći koeficijent varijacije, kao pokazatelj rasipanja podataka, pokazuje mjerenje posmične čvrstoće tla na površini, zatim mjerenje konusnoga indeksa, dok najmanji koeficijent varijacije ima mjerenje posmične čvrstoće tla na 15 centimetara dubine. Ustanovljeno je i (ne)postojanje statistički značajnoga utjecaja čestoga prolaza na zbijanje tla.

5. Sima Mohtashami, Isabelle Bergkvist, Johan Sonesson, Magnus Thor: Sustav GIS kao potpora odlučivanju radi smanjenja oštećenja tla i zagađenja vode pri pridobivanju drva – istraživanja u Švedskoj (GIS Decision Support Tools to Minimize Soil and Water Damage in Logging Operations – Swedish Case Studies Show Great Potential)
6. Dirk Jäger, Eric R. Labelle, Ben J. Poltorak: Oštećenja tla pri kretanju forvardera po šumskom bespuću: značajke, dosljednost i ublažavanje posljedica (Soil Disturbance by Off-Road Traffic of Forwarders; Magnitude, Persistence and Mitigation).

Sesija 3: Organizacija rada i menadžment u šumarstvu te održivo uzgajanje i gospodarenje šumama, moderator: Igor Anić

1. Željko Tomašić, Marijan Šušnjar, Dubravko Horvat: Suradnja hrvatske šumarske znanosti i struke u razvijanju grane šumarskih tehnika i tehnologija (Cooperation of Croatian Forestry Science and Practice in Development of Forest Engineering Sector)

Sažetak rada:

Rad se bavi sadašnjim stanjem u gospodarenju šumama u Republici Hrvatskoj, s posebnim osvrtom na šume kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb. Razvoj strojeva i tehnologija vrlo je bitan preduvjet za poboljšanje poslovnoga uspjeha u složenim terenskim uvjetima. U sklopu programa znanstvenoistraživačkoga rada između poduzeća »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb i Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu razvijaju se postupci i načini za gospodarenje državnim šumama. Oni se očituju u ovim zahtjevima: 1) okolišna pogodnost primijenjenih postupaka i tehničkih sredstava, 2) učinkovitost u skladu s radnim uvjetima, 3) zaštita na radu, 4) ergonomska prikladnost strojeva i alata. U radu je prikazan način i aktivnosti kojima poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb u suradnji sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu utječe na razvoj šumarskoga inženjerstva za posebno zahtjevne uvjete potrajnoga gospodarenja šumama.

2. Majid Lotfalian, Mohammad Hejazian, Elham Fazelishahroudi, Kambiz Barari: Šumarske tehnike i tehnologije u Iranu: povijest, obrazovanje i budućih deset godina (Forest Engineering in Iran; Background, Education and Looking Forward Ten Years)
3. Milivoj Franjević, Tomislav Poršinsky, Boris Hrašovec: Integracija zaštite hrastove oblovinine od potkornjaka drvaša tijekom sječe i izradbe u FSC certificiranim sastojinama (Oak Timber Protection from Ambrosia Bark Beetles in FSC Certified Forests and its Integration within Logging Operations)

Sažetak rada:

U certificiranim (FSC) hrastovim sastojinama upotreba je insekticida u zaštiti hrastove oblovinine ograničena. Rojenje potkornjaka drvaša početkom kalendarske godine i njihova trajna aktivnost u vrijeme zimske sječe, koju prekidaju samo razdoblja hladnoga vremena, predstavlja visok rizik za izloženu hrastovu oblovinu. Fenologija i aktivnost naših potkornjaka drvaša poklapa se s razdobljem sječe i izradbe u hrastovim nizinskim šumama, a to je ujedno i vrijeme kada se izrađuju najvrednije klase hrastove oblovinine. Nedavna terenska istraživanja provedena su u uvjetima sličnim uvjetima sječe i izradbe hrastove oblovinine tijekom ljetne sječe kada je aktivno najmanje pet vrsta potkornjaka drvaša. Učinkovitost mreže Woodnet® bila je provjerena metodom izlaganja tretirane (prekrivene mrežom Woodnet®) i kontrolne grupe hrastove oblovinine. Početno testiranje polimerne mreže BASF® Woodnet® (koja je sukladna FSC normama) pokazalo je da mreža pruža visok stupanj zaštite izložene hrastove oblovinine. Specijalisti zaštite šuma i šumarska praksa prisiljeni su i potaknuti istražiti nove metode integrirane zaštite hrastove oblovinine.

4. Ivica Tikvić, Damir Ugarković, Zrinka Kobasić: Ekofiziološki poremećaji razvoja mikorize u šumskim ekosustavima kao posljedica primjene šumske mehanizacije – osvrt (Ecophysiological Disturbances of Mycorrhiza Caused by the Application of Forest Operations in Forest Ecosystems – Review)
5. Sattar Ezzati, Abolfazl Jaafari, Akbar Najafi: Oporavak tla na vlakama strmih nagiba nakon sječe orijentalne bukve (*Fagus orientalis* Lipsky) u šumama sjevernoga Irana (Natural Recovery of Soil Properties on Steep-Slope Skid Trail Post Logging of *Fagus Orientalis* Lipsky Forest Northern, Iran)
6. Vasileios C. Drosos, Rigas A. Giannopoulos, Sarantis A. Liampas: Uporaba DTM-a u razvijanju održivih radnih operacija u grčkim planins-

kim šumama (Sustainable Development of Greek Mountainous Forest Operations Using Digital Terrain Models).

Sesija 4: Šumske prometnice: planiranje i upravljanje (1), moderator: Peter Schiess

1. Gerald Bohrn, Karl Stampfer: Korištenje netretiranoga drvnoga pepela kao stabilizacijskoga materijala u izgradnji šumskih cesta (Untreated Wood Ash as a Structural Stabilizing Material in Forest Roads)
2. Hrvoje Nevečerel, Tomislav Ecimović, Dragutin Pičman, Ivica Papa, Kruno Lepoglavec, Tibor Pentek: Analiza troškova izgradnje i održavanja šumskoga prijevoznoga sustava u hrvatskim državnim šumama između 2004. i 2011. (Analyses of Construction and Maintenance Costs of Forest Transportation System in Croatian State Forests Between 2004 And 2011)

Sažetak rada:

Šume i šumska zemljišta u Republici Hrvatskoj općenito se mogu podijeliti u četiri reljefne kategorije: nizinsko područje, brdsko područje, planinsko područje i krško područje. Svaka reljefna kategorija neposredno utječe na odabir građevinskih tehnologija za izgradnju primarne i sekundarne infrastrukture. Zbog posebnosti glavnih utjecajnih čimbenika u svakom reljefnom području, ponajprije stanišnih čimbenika (nagib, geološke značajke, tip i vrsta tla, mreža vodotoka i sl.), troškovi izgradnje pojedinih kategorija šumskih cesta, ovisno o području, značajno se razlikuju. Ovo istraživanje pokriva područje cijele Hrvatske i svih 16 uprava šuma kojima poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb gospodari na 2 018 987 hektara državnih šuma i šumskoga zemljišta (36 % površine Republike Hrvatske). Analizirani troškovi izgradnje i održavanja šumskih cesta podijeljeni su u četiri skupine: 1) izgradnja donjega stroja primarnih šumskih cesta, 2) izgradnja gornjega stroja primarnih šumskih cesta, 3) održavanje primarnih šumskih cesta te izgradnja traktorskih putova. Svi su troškovi prikazani za svaku kategoriju reljefa i svaku upravu šuma za razdoblje od 2004. do 2011. godine. Rezultati istraživanja pokazuju da su udjeli ukupnih troškova bili raspoređeni ovako: 1) troškovi izgradnje donjega i gornjega stroja šumskih prometnica na razini cijeloga istraživanoga područja iznosili su 52,02 %, 2) održavanje šumskih prometnica šumskih cesta 32,59 %, 3) troškovi izgradnje traktorskih putova 15,39 %. U budućnosti će se izgradnja primarnih šumskih cesta smanjivati, a rast će troškovi održavanja. Stoga u budućim istraživanjima, među ostalim, treba voditi računa i o planiranju, nadzoru i racionalizaciji troškova održavanja primarne šumske infrastrukture.

3. Anastasia Stergiadou, Eskioglou Panagiotis: Korištenje komadića gume pri izgradnji šumskih cesta za poboljšanje konstrukcije u hladnim uvjetima na planinskom terenu (Forest Road Construction Using Rubber Pieces as an Improving Infrastructure in Cold; Lead for a Mountainous Sustainable Development)
4. Markó Gergely, Péter Primusz, József Péterfalvi: Mjerenje nosivosti tla šumskih cesta sa sondom Benkelman (Measuring Bearing Capacity of Forest Roads with the Advanced Benkelman Beam Apparatus)
5. Naghdi Ramin, Maleki Soghra, Abdi Ehsan, Nikooy Mehrdad: Stabilizacija šumskih cesta kaspiskih šuma u Iranu pomoću bioinženjerskih metoda (Forest Road Stabilization Using Bioengineering Methods in Caspian Forest, Iran)
6. Tibor Pentek, Igor Potočnik, Zlatko Jurišić, Kruno Lepoglavec: Strateško planiranje šumske cestovne mreže u Hrvatskoj – analiza sadašnje situacije kao temelj za buduće aktivnosti (Strategic Planning of Forest Road Network in Croatia – Analysis of Present Situation as Basis for Future Activities)

Sažetak rada:

Značajna različitost hrvatskoga šumarstva sa stajališta orografije terena, stanišnih i sastojinskih značajki te načina gospodarenja šumama, ali i načina otvaranja šuma pojedinih područja, odnosno razine otvorenosti šuma, upućuje na potrebu dobrog planiranja. Planiranje šumskih cesta na strateškoj (najvišoj) razini mora definirati reljefna područja s obzirom na teren i sastojinske uvjete, zajedno sa šumskom otvorenosti i njezinim analizama izraditi smjernice za odgovarajuće modele primarne i sekundarne šumske otvorenosti u različitim reljefnim područjima. Ciljevi su istraživanja (na razini uprava šuma odnosno gospodarskih jedinica): 1) razredba gospodarskih jedinica i uprava šuma u reljefne kategorije, 2) utvrđivanje postojeće primarne klasične otvorenosti, 3) izračun duljine planirane mreže šumskih cesta radi dostizanja planirane (ciljane) primarne klasične otvorenosti, 4) izračun cijene planirane mreže šumskih cesta radi dostizanja planirane (ciljane) primarne klasične otvorenosti, 5) predlaganje smjernica daljnjega otvaranja šuma. Zamjetna je velika neujednačenost otvorenosti šumskih područja koja pripadaju istoj reljefnoj kategoriji. U budućnosti bi pri planiranju investiranja u nadogradnju i razvoj primarne šumske prometne infrastrukture trebalo voditi računa o prioritetnom usmjeravanju financijskih sredstava u lošije otvorena šumska područja, sve do uravnoteženja gustoće mreže primarnih šumskih prometnica na razini cjelokupnoga reljefnoga područja.

Sesija 5: Proizvodnja i korištenje biomase (1), moderator: Gero Becker

1. Raffaele Cavalli, Stefano Grigolato, Andrea Sgarbossa: Ocjena kakvoće rada kombinirane sječne glave i cjepača (Assessment of Work Quality of a Combined Saw and Splitter Processor)
2. Mathew Smidt, John McDaniel: Iskristivost, troškovi i povrat sredstava u pridobivanju iverja iz mladih sastojina teda-bora (Utilization, Cost, and Landowner Return from Whole-Tree Chipping Young Loblolly Pine Thinnings)
3. Nike Krajnc, Matevž Triplajt, Jaka Klun, Robert Robek, Tine Premrl, Tina Čebul, Mitja Piškur: Više gledišta proizvodnje iverja iz ovršina – slučaj iz Slovenije (Different Aspects of Green Wood Chips Production – Case Study from Slovenia)
4. Juha Laitila, Kari Väättäin: Kamionski prijevoz i proizvodnost iveranja cijelih stabala i okresanoga kratkoga drva u Finskoj (Truck Transportation and Chipping Productivity of Whole Trees and Delimbed Energy Wood in Finland)
5. Alessio Facello, Eugenio Cavallo, Raffaele Spinelli: Iveranje ili drobljenje – neto potrošnja energije (Chipping vs Grinding, Net Energy Requirements).

Sesija 6: IT tehnologije i daljinska istraživanja u šumarstvu, moderator: Abdullah E. Akay

1. Karin Westlund, Petrus Jönsson, Sten Bergstrand, Erik Steinmetz: Ocjena navigacijskoga satelitskoga sustava za potrebe šumarstva: točnost u šumskom okruženju (Evaluation of Navigation Satellite Systems for Forestry and its Precision in a Forest Environment)
2. Tetsuhiko Yoshimura: Poboljšanje točnosti GPS-ova signala unakrsnim postavljanjem GPS-ova prijamnika (Improvement of Autonomous GPS Accuracy with the Crisscross Arrangement of Low-cost GPS Receivers)
3. Raffaele Spinelli, Natascia Magagnotti, Fabio De Francesco: Usporedba forvardera i APT-a korištenjem komercijalne GPS/GSM tehnologije (Comparing a High-speed Forwarder with a Tractor-and-Trailer Unit Using Commercial GPS/GSM Technology)
4. Ivan Balenović, Ante Seletković, Renata Pernar, Hrvoje Marjanović, Dijana Vuletić, Miroslav Benko: Usporedba terenske i fotogrametrijske metode izrade gospodarske podjele (Comparison of Classical Terrestrial and Photogrammetric Method in Creating Management Division).

Dan drugi, 10. 10. 2012.

Sesija 7: Sječni sustavi i tehnologije (2), moderator: Raffaele Cavalli

1. Hans Rudolf Heinimann, Jochen Breschan: Planiranje radova pridobivanja drva na osnovi LIDAR-ovih snimaka (Pre-harvest Assessment Based on LiDAR Data)
2. Maria Iwarsson Wide: Što, kako i kada sječi u mladim i gustim sastojinama (What, How and When to Harvest in Young Dense Stands)
3. Maryse Bigot, Philippe Ruch, Emmanuel Cacot, Alain Bouvet, Erwin Ulrich, Didier Pischedda: Testiranje mehanizirane sječe u prvim proredama hrastovih i bukovih sastojina (Test of Mechanized Logging Systems in First Thinnings of Oak and Beech Stands)
4. Ester Ferrari, Raffaele Spinelli, Eugenio Cavallo: Mehanizirana sječa uz sortimentnu metodu u Italiji: rezultati i pregled (Mechanized CTL Technology among Italian Loggers: Results of a Survey)
5. Jacek Brzózko, Witold Zychowicz, Magdalena Bartosiewicz: Utjecaj iskustva radnika na proizvodnost pri mehaniziranoj sječi u sastojinama pogođenim vjetrolomom (The Influence of Operator Experience on Productivity of Mechanized Timber Harvesting from Windfall Stands)
6. Christian Knobloch, Jörn Erler: Razvoj i poboljšanje pomičnoga mosta portalnoga harvesera (Engineering and Stiffness-Weight-Optimisation of the Main Innovative Part of the Portalharvester – The Linking Bridge – Using FEM).

Sesija 8: Proizvodnja i korištenje biomase (2), moderator: Raffaele Spinelli

1. Gero Becker, Florian Schnaible, Uwe Uhlich: Sažimanje ovršina iz smrekovih proreda – optimizacija volumena pri prijevozu energijskoga drva (Compression Behavior of Forest Residues from Spruce Thinnings – A Pre-study for the Design of Volume-Optimized Transport Solutions for Energy Wood)
2. Fionnuala Murphy, Ger Devlin, Kevin McDonnell: Energijski zahtjevi i okolišni utjecaj pri proizvodnji drvnoga iverja vrbe (*Salix* sp.) u kratkim ophodnjama u Irskoj (Energy Requirements and Environmental Impacts Associated with the Production of Short Rotation Willow / *Salix* sp./ Chip in Ireland)
3. Janine Schweier, Raffaele Spinelli, Fabio de Francesco, Gero Becker: Alternativni lanci dobave biomase iz plantaža sa srednjo-dugim ophodnjama

(Alternative Biomass Supply Chains for Biomass Plantations with Medium Rotation Periods)

4. Kaspars Liepiņš, Andis Lazdiņš, Prindulis Uldis, Jānis Liepiņš, Daugaviete Mudrīte: Pridobivanje biomase obične breze (*Betula pendula*) proredama u mladim sastojinama (Case Study: Extraction Woody Biomass in Thinning Natural Origin Young Stands of Silver Birch)
5. Milorad Danilović, Ivan Tomašević, Slavica Karić, Vladimir Čorbić: Korištenje šumskoga ostatka u topolovim plantažama (Utilization of Forest Residue in Poplar Plantations)
6. Oğuz Hüseyin Çoban, Mehmet Eker: Korištenje GIS-a za procjenu biomase (Using Geographic Information System for Estimation of Available Biomass Potential).

Sesija 9: Sječni sustavi i tehnologije (3), moderator: Maryse Bigot

1. Pierre Ackerman, Reino Pulkki: Gubici na oblovini unutar lanaca dobave u južnoj Africi (Fibre Losses along the Roundwood Softwood Sawtimber Supply Chain in South Africa)
2. Benjamin Engler, Dirk Jäger, Gero Becker: Analiza ručno-strojne sječe u plantažama eukaliptusa u južnoj Kini (Analysis of Semi-mechanized Harvesting Systems in Eucalyptus Plantations in Southern China)
3. Arisa Matsuno, Koichiro Koike: Žičare, jesu li prikladne za Japan? Prilagodba sustava još u tijeku (Tower Yarders, not Suitable to Japan? Technology Transfer is Still Going On)
4. Stelian Alexandru Borz, Marcian Bîrda, Eugen Iordache, Rudolf Derczeni: Studij rada i vremena te proizvodnost žičnog sustava Mounty 4100 PTY – istraživanje u proredama smreke (Time Consumption and Productivity of Mounty 4100 PTY in Timber Processing – A Case Study in Spruce Thinning)
5. Selcuk Gumus, Taha Yasin Hatay, Mustafa Acar, Mimar Sinan Ozkaya: Modeliranje žičnih sustava te prilagodba šumarstvu u Turskoj (A Sky-line Yarder Model Design Approach for Turkish Forestry)
6. Jurij Marenče: Potreba za više znanja i suvremenijom opremom među privatnim šumoposjednicima (Better Knowledge and Up-to-date Equipment Also among the Private Forest Owners?).

Sesija 10: Učinkovite i okolišno prihvatljive tehnologije u šumarstvu (2), moderator: Jörn Erler

1. Jori Uusitalo, Tomi Kaakkurivaara, Maarit Haavisto: Korištenje laserske tehnologije u procjenama

nosivosti tla cretnih šuma (Utilising Airborne Laser Scanning Technology in Predicting Bearing Capacity of Peatland Forest)

2. Gunnar Bygdén, Iwan Wästerlund: Smanjenje troškova i oštećenja tla pomoću bolje opreme i planiranja radova (Cost and Soil Saving with Better Equipment and Planning)
3. Thomas Purfürst: Model za ocjenu opterećenja tla pri djelovanju vozila (Stress Reaction Model of Machine Soil Interaction)
4. Martina Cambi, Donatella Paffetti, Cristina Vettori, Martina Pettenuzzo, Enrico Marchi: Utjecaj pridobivanja drva na mikrobiološku sastavnicu tla (Impact of Forest Harvesting on Soil Microbiological Component)
5. Madura Wijekoon, Ulf Sellgren, Abdurasul Pirnazarov, Björn Löfgren: Međudjelovanje u sustavu kotač–tlo (Forest Machine Tire-Soil Interaction)
6. Kenan Melemez, Metin Tunay, Tuna Emir: Ispitivanje više načina privlačenja drva ovisno o mogućim oštećenjima sastojine (Investigation of Some Extraction Methods in Terms of Damages on Forest Stand).

Sesija 11: Zaštita na radu i ergonomija u šumarstvu, moderator: Dubravko Horvat

1. Vlado Goglia, Josip Žgela, Igor Đukić: Proizvodnost sječnih sustava prema Direktivi 2002/44/EC (Harvesting System Efficiency in Relation to Directive 2002/44/EC)
2. Valéria Messingerová, Martin Jankovský, Michal Ferenčík, Michal Allman: Ergonomski parametri u radnjama rukovatelja specijaliziranih šumskih vozila (Ergonomic Parameters of Tasks Performed by Forest Machines Operators)
3. Natascia Magagnotti, Raffaele Spinelli, Cecilia Nannicini, Gianfranco Sciarra: Izlaganje radnika na iveraču drvnoj prašini (Determining the Exposure of Chipper Operators to Wood Dust)
4. Enrico Marchi, Martina Cambi, Francesco Neri, Fabio Fabiano, Gianfranco Sciarra: Izlaganje sjekača drvnoj prašini i ispušnim plinovima: istraživanje u Toskani (Tree Cutters' Hard Wood Dust and Exhaust Gases Exposure. A Case Study in Tuscany)
5. Zdravko Pandur, Dubravko Horvat, Marijan Šušnjar, Marko Zorić, Zoran Hat: Sile potrebne za izvlačenje čeličnoga užeta vitla i fizičko opterećenje radnika kopčasa (Forces Required for Pulling Out a Winch Steel Cable and Physical Load of Choker-man)

Sažetak rada:

Sila potrebna za izvlačenje čeličnoga užeta vitla važna je veličina koja utječe na opterećenje radnika kopčasa. Na iznos te sile najveći utjecaj imaju promjer i jedini-

čna masa užeta, otpor u vitlu koji se javlja zbog trenja u ležajevima bubnja vitla i nepravilne podešenosti kočnice i spojke vitla te nagib terena po kojem se uže izvlači. U ovom su radu prikazani rezultati mjerenja in situ: 1) sila za izvlačenje užeta, 2) brzina izvlačenja te 3) utrošena snaga za izvlačenje, obavljeno na vitlu Hittner 2 × 80 koje je ugrađeno na skider Ecotrac 120V. Promjene tih mjernih veličina analizirane su u ovisnosti o duljini izvučenoga užeta te nagibu terena (5 različitih nagiba od –19° do +19°). Na temelju razlutata istraživanja opterećenje je radnika kopčasa svrstano u kategoriju velikoga opterećenja prema Direktivi 90/269/EEC pa postoji mogućnost prekomjernoga opterećenja kod zdravih radnika. Prilikom ovoga ocjenjivanja zapaženo je da zbog specifičnih uvjeta rada u šumi ocjenjivanje rada radnika kopčasa postojećim pravilnicima nije zadovoljavajuće.

6. Christian Rottensteiner, Petros Tsioras, Karl Stampfer: Utjecaj gustoće drva na vibracije u sustavu šaka–ruka (Wood Density's Impact on Hand-arm Vibration).

Sesija 12: Šumske prometnice: planiranje i upravljanje (2), moderator: Markó Gergely

1. Stefano Grigolato, Marta Ciesa, Raffaele Cavalli, Marco Pellegrini: Traktorske vlake kao sredstvo otvaranja planinskih područja (Trails as Accessibility Management Tools in Mountain Areas)
2. Adrian Enache, Karl Stampfer, Valentina D. Ciobanu: Holistički pristup poboljšanju primarne i sekundarne šumske infrastrukture prema planovima gospodarenja – istraživanje u privatnim rumunjskim poduzećima (A Holistic Approach for Enhancing Primary and Secondary Forest Infrastructure Used for the Development of a Forest Operations Plan – A Case Study in a Romanian Private Forest Enterprise)
3. Abdullah E. Akay, Kosmas Doukas, Orhan Erdaş, Hakan Oğuz, Fatih Sivrikaya: Korištenje GIS-a za određivanje zaštitnih zona od požara s obzirom na protupožarne ceste (Using GIS Techniques to Determine Fire Protection Zones Considering Forest Road Network)
4. Pejman Imani, Akbar Najafi, Ismael Ghajar: Planiranje šumskih cesta pomoću algoritma najkraćega puta (Planning Forest Road Alignment Using a Shortest Path Algorithm)
5. Seyed Ataollah Hosseini, Ahmad Agh, Majid Lotfalian, Mohammad Reza Pourmajidian: Procjena planiranja mreže šumskih prometnica – istraživanje u distriktu 3 tavriskih šuma u provinciji Golestan (Road Network Planning Investigation with Consideration of Valuating Some Effective Factors (Case study: District 3 of Tavar Forest in Golestan Province).



Slika 6. Djelić posterske sesije

Fig. 6 Small part of the poster session

Unutar posterske sesije (slika 6), koja je potaknula nemali broj rasprava o predstavljenim temama, prikazano je ukupno 70 postera.

Dan treći, 11. 10. 2012.

Sesija 13: Sječni sustavi i tehnologije (4),

moderator: Ola Lindroos

1. Patrick Jernigan, Tom Gallagher, Dana Mitchell: Sječa i privlačenje velikih razmjera u plantažama teda-bora (High Tonnage Harvesting and Skidding for Loblolly Pine Energy Plantations)
2. Udo Hans Sauter, Fridolin Sauter, Franziska Balle, Siegmund Lelek, Rainer Mohrlök: Ručno-strojna sječa stabala velikih dimenzija (LTD) na strmim terenima uz privlačenje skiderom s vitlom za stabilizaciju vuče (Motor-manual Harvesting System for Large Dimensioned Timber / LDT/ on Steep Slopes Supported by Skidders Equipped with a Traction Stabilising Winch)
3. Dinko Vusić, Željko Zečić, Zoran Turk: Produktivnost sjekača pri sječi i izradi drvnih sortimenata motornom pilom lančanicom u prebornim šumama u Hrvatskoj (Productivity of Chainsaw Felling and Processing in Selective Forests of Croatia)

Sažetak rada:

Istraživanje je provedeno u prebornoj sječini radi utvrđivanja produktivnosti radnika pri ručno-strojnoj sječi i izradi stabala sortimentnom metodom. Povratnom metodom kronometrije snimani su utrošci vremena pojedinih radnih zahvata (hod do stabla, rušenje stabla, izrada sortimenata, preuzimanje izrađenih sortimenata) te vremena prekida. Svim istraživanim sta-

blima izmjeren je neto obujam izrađenih drvnih sortimenata. Provedena je regresijska analiza ovisnosti utroška vremena pojedinih radnih zahvata o prsnim promjerima stabala i konstruiran model izračuna produktivnosti za osmosatno radno vrijeme. Projektirani dnevni učinak sječe i izrade kretao se od 9,65 m³ za stabla debljinskoga stupnja 17,5 cm do 45,89 m³ za stabla debljinskoga stupnja 72,5 cm. Temeljem proračunatoga izravnoga dnevnoga troška sjekača s motornom pilom izračunat je jedinični trošak u rasponu od 13,42 kn/m³ (1,81 €/m³) za stabla debljinskoga stupnja 72,5 cm do 63,83 kn/m³ (8,59 €/m³) za stabla debljinskoga stupnja 17,5 cm.

4. Nopparat Manavakun: Ručno-strojna sječa uz sortimentu metodu u brzorastućim plantažama eukaliptusa na Tajlandu (Motor-manual CTL Harvesting Techniques of Fast Growing Eucalyptus Plantations – Thailand)
5. Tolga Ozturk: Privlačenje drva ATP-om u crnomorskoj provinciji u Turskoj (Timber Extraction with a Modified Farm Tractor in Blacksea Region of Turkey)
6. Nikooy Mehrdad, Ershadifar Moona: Utjecaj planiranja traktorskih vlaka, izgradnje pomoćnih stovarišta i usmjerenoga obaranja stabala u prebornim kaspiskim šumama (Effects of Skid Trail Planning, Landing Construction and Directional Felling on Normal Selective Logging in Caspian Forest).

Sesija 14: Proizvodnja i korištenje biomase (3),

moderator: Tadeusz Moskalik

1. Martin Kühmaier, Karl Stampfer: Razvoj višekriterijskoga alata za pomoć pri odlučivanju pri upravljanju dobavom energijskoga drva (Development of a Multi-criteria Decision Support Tool for Energy Wood Supply Management)
2. Mauricio Acuna, Anttila Perttu, Lauri Sikanen, Prinz Robert, Antti Asikainen: Predviđanje i praćenje sadržaja vlage radi poboljšanja logistike pridobivanja biomase (Predicting and Controlling Moisture Content to Optimise Biomass Logistics and Transportation)
3. Stjepan Risović, Branimir Šafran, Danijel Kramar: Proizvodnja i tržište drvnih peleta u Hrvatskoj – trendovi i izazovi (Production and Market of Pellets in Croatia – Latest Trends and Challenges)
4. Mehmet Eker: Trendovi u iskorištavanju drvne biomase i pridobivanju drva u turskom šumarstvu (Trends on Woody Biomass Utilization and Timber Procurement in Turkish Forestry)

5. Imre Czupy, Andrea Vágvölgyi, Béla Horváth: Proizvodnja biomase u Mađarskoj (The Biomass Production and its Technical Background in Hungary)
6. Lyubcho Trichkov, Dinko Dinev: Mogućnosti proizvodnje i tržišta primjene šumske biomase u Bugarskoj (Potential of Forest Wood Biomass in Bulgaria and Market for its Utilization).

Sesija 15: Učinkovite i okolišno prihvatljive tehnologije u šumarstvu (3), moderator: Tom Gallagher

1. Hans Ulrich Dietz, Ute Seeling: Troškovno zadovoljavajuće sječne metode u uvjetima povećane vlage tla u sjeveroistočnoj Njemačkoj (Cost Efficient Harvesting Methods under Wet Soil Conditions in North Eastern Germany)
2. Manuel Wächter, Jörn Erler: Utjecaji prihoda na pridobivanje drva (Income Effects of Harvesting)
3. Staffan Berg, Rolf Björheden: Korištenje procjena održivosti pridobivanja drva uz upotrebu biogoriva (The Use of Sustainability Assessment of the Harvesting and Utilisation of Forest-based Biofuels)
4. Mario Šporčić, Ivan Martinić, Matija Landekić: Ocjena i usporedba ekološke učinkovitosti produktivnih jedinica šumarskoga poduzeća (Evaluation and Comparison of Ecological Efficiency of the Forest Company Productive Units)

Sažetak rada:

U radu se prikazuje koncept ekološke učinkovitosti poduzeća i zagovaranje »zelenoga rasta« kao strategije za postizanje održivoga razvoja kroz relativno novu proceduru izvještavanja o ekološkoj uspješnosti poslovanja poduzeća izraženoj kao odnos: a) utroška određenoga energenta i b) količinske jedinice proizvodnje ili financijskoga pokazatelja poslovanja. Takav pristup poslovnoga izvještavanja bitan je za budući razvoj ekonomske i ekološke strategiji te imidža poduzeća učinkovitijim korištenjem resursa poduzeća i nižom stopom zagađenja. Provedeno je rangiranje šumarija prema dobivenim indikatorima ekološke učinkovitosti i deskriptivnih pokazatelja. Na osnovi dobivenih rezultata naznačene su smjernice za razvoj internih indikatora u šumarskom sektoru te je istaknuta potreba za normiranjem metodologije određivanja i pravilnoga izračuna te izvještavanja o ekološkoj učinkovitosti poduzeća unutar nacionalnih okvira kako bi poduzeća u šumarskom sektoru mogla odgovorno djelovati u korist unapređenja poslovanja i razvoja javne svijesti o zelenoj ekonomiji.

5. David Rosenbach, Günther Weise, Ute Seeling: Ušteda goriva pri radnim operacijama (Saving Fuel in the Operation of Forest Machinery)
6. Florian Schnaible, Gero Becker, Uwe Uhlich: Promjene u opterećenjima na bogi osovini šumskih vozila zbog pojave sile vuče (Wheel Load Changes at Boogie Axis Forest Machines in Response to Traction Forces).

Sesija 16: Poboljšanje prijevoza i logistike, moderator: Mauricion Acuna

1. Franz Holzleitner, Christian Kanzian, Norbert Höller: Praćenje lanca dobave energijskoga drva sustavom upravljanja vozila (FMS) (Monitoring Fuel Wood Supply with Fleet Manager)
2. Amanda Sosa, Ger Devlin, Radomir Klvac: Poboljšanje lanca dobave oblovine optimizaciju prijevoza unutar dopuštenih zakonskih parametara u Irskoj (Improving Roundwood Haulage Supply Chain through Optimising Volume Transported Under Ireland's Vehicle Legal Dimension and Weight Restrictions)
3. Damir Klobučar, Igor Stankić, Tomislav Poršin-sky: Optimizacija izvoženja drva forvarderom iz lužnjakovih sastojina nakon slučajnog prethodnog prihoda (Optimization of Timber Forwarding from Pedunculate Oak Stands after Salvage Thinning)

Sažetak rada:

Proizvodnost u šumarstvu može biti primarna i sekundarna. Primarna razmatra povećavanje količine šumske biomase tijekom vremena, dok se sekundarna naziva i tehnička proizvodnost te ovisi o inputima šumarskih djelatnika i korištenih strojeva, pa je od posebnoga značenja pri proučavanju pridobivanja drva. Uvećavanje prihoda i smanjivanje troškova ciljevi su uspješne organizacije proizvodnje drvnih sortimenata. U hrvatskim nizinskim šumama, kojima se gospodari regularno, za primarni prijevoz oblovine uglavnom se koriste forvarderi. Istraživanje je obuhvatilo poredbenu raščlambu podataka prikupljenih prilikom praćenja izvoženja drva forvarderom na dvama radilištima (A i B). Sječna je gustoća bila 11,05 m³/ha na radilištu A, a 11,10 m³/ha na radilištu B. Prilikom doznake stabala za sječu ona su locirana u prostoru uz pomoć uređaja GPS te je izmjeren prsni promjer. Nakon sječe i izradbe proveden je studij vremena pri izvoženju oblovine forvarderom povratnom metodom kronometrije. Značajke izvezene oblovine preuzete su iz informacijskoga sustava poduzeća koje evidentira izrađene sortimente. Put kretanja vozila snimljen je komercijalnim ručnim GPS-om s vanjskom antenom postavljenom na kabinu vozila. Razmatrajući rezultate ovoga istraživanja, zaključuje



Slika 7. Razgledavanje Dubrovnika

Fig. 7 Sightseeing in Dubrovnik

se da se u uvjetima smanjene sječne gustoće (prethodni slučajni prihod), odgovarajućom pripremom rada (tako da se lociraju sva doznačena stabla te se vozač forvardera upozna s lokacijama) može smanjiti površina oštećivanja šumskoga tla sastojine, povećati proizvodnost i smanjiti jedinični troškovi strojnoga rada forvardera.

4. Thomas Smaltschinski, Martin Opferkuch: Razvrstavanje sastojina za sječu pomoću prostornih mreža (Clustering Forest Harvest Stands on Spatial Networks)
5. Marco Manzone, Paolo Balsari: Ispitivanja vozila za prijevoz drvnoga iverja (Evaluation of the Performances of Some Vehicles for Wood Chips Transport).

Sudionici su osim stjecanja novih te razmjene postojećih iskustava i znanja iz područja šumarske mehanizacije imali priliku i uživati u obilasku jednoga od najvažnijih povijesno-turističkih središta Hrvatske:

Dubrovnika. Izlet u Dubrovnik (slika 7) bio je organiziran pretposljednji dan savjetovanja, u poslijepodnevnim satima nakon održanih sesija. Zbog velikoga je broja zainteresiranih prijevoz iz Cavtata do Dubrovnika bio organiziran u dvije skupine te je svaka skupina bila raspoređena u dva autobusa. Šetnja starogradskom dubrovačkom jezgrom započela je od Gradskih vrata do Pila, uz pratnju susretljivih i izuzetno ljubaznih vodiča. Uz ugodnu i laganu šetnju razgledale su se najpoznatije dubrovačke znamenitosti uključujući veliku Onofrijevu fontanu, Knežev dvor, Palaču Sponza i Palaču Velikoga vijeća, Orlandov stup, zgradu glavne straže i ostale. Dan je završio druženjem na oproštajnom domjenku u rustikalnom restoranu Mimoza, smještenom u samoj blizini staroga grada.

Za osobe u pratnji je tijekom cijeloga savjetovanja bio organiziran izrazito zanimljiv i poučan program. Drugoga dana savjetovanja organizirano je razgledavanje Cavtata uz posjet Muzeju i zbirki Baltazara Bogišića u kojoj je pohranjeno više od 35 000 predmeta knjižne, muzejske i arheološke građe. Trećega dana



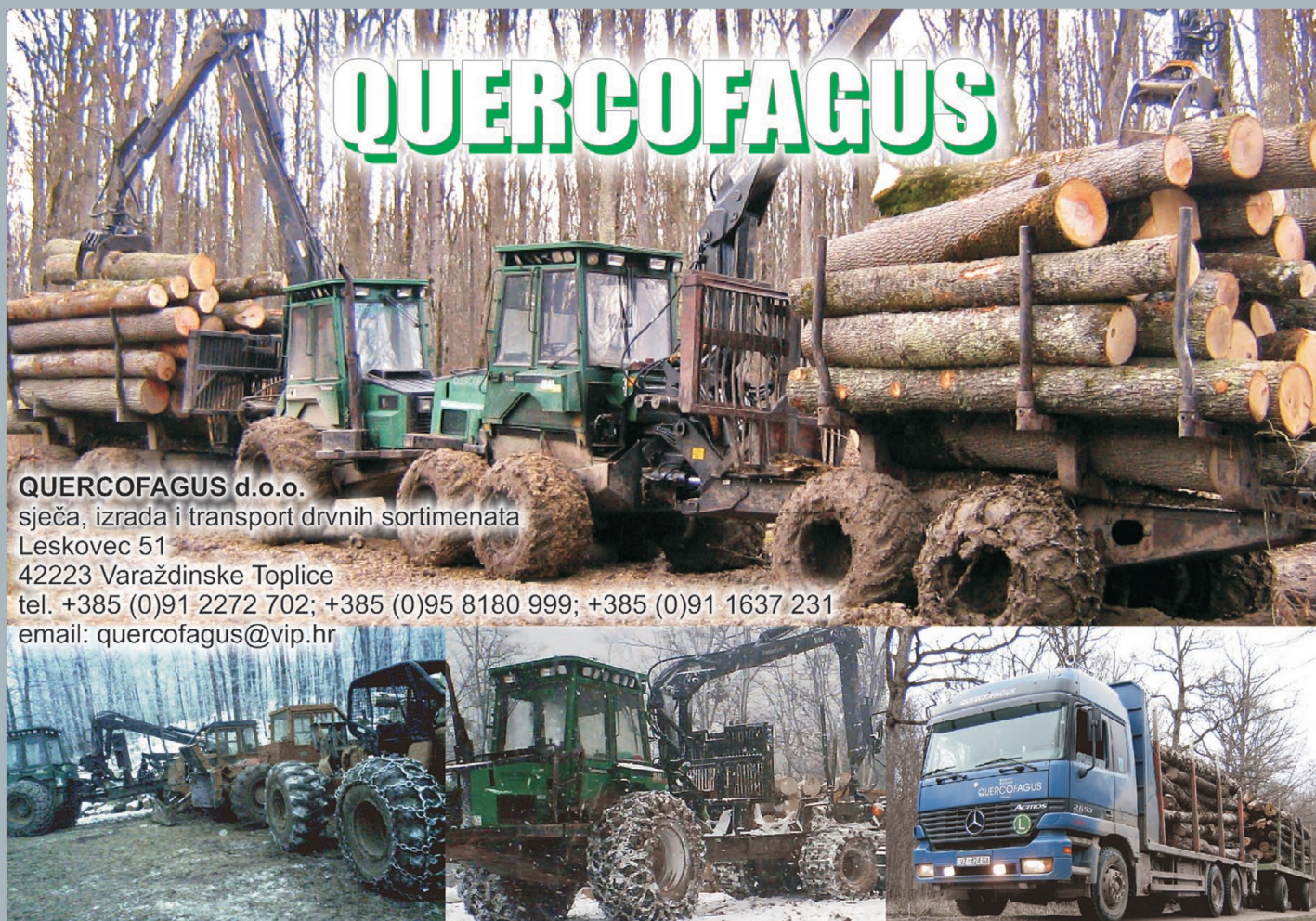
Slika 8. Vožnja žičarom do Srda i posjet galeriji Rusković

Fig. 8 Cable car to Srđ hill and visit to gallery Rusković

posjetitelji su se provozali žičarom do Srđa (slika 8) iz koje se širio neodoljiv pogled na panoramu Dubrovnika. Pretposljednji dan savjetovanja organiziran je izlet u Konavle te posjet galeriji Rusković (slika 8) gdje je bila prikazana proizvodnja svile i konavoskoga veza, a potom se išlo do izletišta Mlin, vlasnika Ive Đivanovića, gdje je demonstriran rad mlina uz degustaciju domaćih specijaliteta.

Zahvaljujući velikomu uloženom trudu organizatora i suorganizatora, te velikom odazivu znanstvenika i stručnjaka iz cijeloga svijeta, savjetovanje je bilo iznimno uspješno. Stoga i na ovaj način želimo zahvaliti u naše ime, ali i cijeloga tajništva savjetovanja, svima koji su svojim zalaganjem, radom i nazočnošću učinili ovo savjetovanje uspješnim.

J. Kranjec i A. Đuka



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



Proizvodnja šumarskih nadogradnji i prikolica, zastupstvo Palfinger hidrauličnih dizalica, dodatne opreme za šumarstvo, izrada kiperskih i tovarnih sanduka.

PALFINGER EPSILON

PK d.o.o. PALFINGER KRAN

Centrala Rijeka • Industrijska zona R-27 • HR- 51223 Škrlevo • Tel. +385 51 503 150 • Fax.+385 51 252 002

Poslovni centar Zagreb • Industrijska 5 • HR- 10370 Dugo Selo • Tel. +385 1 2754 219 • Fax.+385 1 2754 606

www.pk-rijeka.hr • info@pk-rijeka.hr



HIDRAULIKA KURELJA d.o.o.

za proizvodnju i servis specijalnih hidrauličnih i konstrukcija 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 sitno zrnatog 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.



Ispuni si želju.

Motorne pile iz nove serije 500, klasa su za sebe, kao i naša nova polazna točka: napuštanje mainstreama, potpuno drugačije razmišljanje i stvaranje najoptimalnije motorne pile na svijetu. Uzore smo pronašli u vrhunskim sportskim automobilima, kako performansama, tako i dizajnom.

Dreža d.o.o. Obrtnička 2 Rakitje · 10437 Bestovje, tel. 01/3335-300, fax. 01/3370-083 | www.husqvarna.hr |   

 **Husqvarna®**



M-Tronic. Budućnost je već počela.

Motorna pila STIHL MS 441 C-M serijski je opremljena s M-Tronic elektroničkim upravljanjem motorom. Ono implementira automatsko optimalno podešavanje prilikom pokretanja, praznog hoda, djelomičnog kao i punog gasa. Ugrađeni mikroprocesor obnaša funkcije detektiranja temperature, brojača okretaja, regulatora vremena paljenja, a ima i funkciju memoriranja posljednjih izmjerenih vrijednosti, koje ponovo poziva pri slijedećem startanju uređaja. Tu su još i magnetni ventil koji u milisekundi takta optimalno dozira mješavinu, te rasplinjač s mikroprekidačem koji registira položaj startne poluge. Sve ove značajke jamstvo su štedljivijeg, mirnijeg i preciznijeg rada pogonskog uređaja.

Među ostalim važnijim osobinama tu su inovativni HD2 pročistač zraka, koji zahtijeva neusporedivo rjeđe čišćenje, profesionalni antivibracijski sustav, te izvedba matica za pritezanje vodilice koja onemogućuje njihov gubitak u šumi.

Sve su ovo osobine pravog stroja budućnosti - samo što je uz STIHL motorne pile budućnost već počela.

STIHL MS 441 C-M



unikomercUVOZ

www.unikomerc-uvoz.hr

STIHL®

SADRŽAJ – CONTENTS

Izvorni znanstveni radovi – Original scientific papers

VESNA ŠPAC, ANAMARIJA JAZBEC
Što je novo u (Novoj) mehanizaciji šumarstva
What is New in the Journal »Nova Mehanizacija Šumarstva«

HRVOJE GUŽVINEC, MARKO ZORIĆ, MARIJAN ŠUŠNJAR, DUBRAVKO HORVAT, ZDRAVKO PANDUR
Utjecaj načina sidrenja na vrijednosti horizontalne sastavnice vučne sile i faktor prljanja
prilikom privitavanja drva skiderom i adaptiranim poljoprivrednim traktorom
*Influence of Anchoring on Values of Horizontal Component of Pulling Force and Adhesion Factor
during Wood Winching with Skidder and Adopted Farming Tractor*

TOMISLAV PORŠINSKY, MARIJAN ŠUŠNJAR, ANDREJA ĐUKA
Određivanje faktora raspodjele mase tereta i privlačenja
Determination of Load Mass Distribution and Skidding Factors

Prethodno priopćenje – Preliminary note

MARKO ZORIĆ, DUBRAVKO HORVAT, ZDRAVKO PANDUR, STJEPAN NIKOLIĆ
Umjeravanje prijenosne mjerne platforme za mjerenje osovinskoga opterećenja vozila
Calibration of Portable Measuring Platform for Vehicle Axle Load Measurement

Pregledni članci – Subject reviews

ŽELJKO TOMAŠIĆ
Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva
u Republici Hrvatskoj
*Development of Technologies and Technical Means of Harvesting Operations with Respect
to Specific Features of Forests and Forestry in Croatia*

MARKO ZORIĆ
Inovacije u kamionskom prijevozu drva – One Stack More
Innovations in Long Distance Truck Transportation of Wood – One Stack More

MARIO ŠPORČIĆ, MATIJA LANDEKIĆ, MARIJA MARJANOVIĆ
Vodič za prikupljanje podataka i interpretaciju inovacija u šumarstvu
Guidelines for Collecting Data and Interpreting Innovations in Forestry

SILVIJA KRAJTER OSTOIĆ
Mogućnosti primjene GPS-a u istraživanju društvenih aspekata urbanoga šumarstva
Possibilities for GPS Application in Studying Social Aspects of Urban Forestry

Osvrt – Comment

JELENA KRANJEC, ANDREJA ĐUKA
Međunarodno znanstveno savjetovanje FORMEC 2012 Croatia »Concern, Knowledge
and Accountability in Today's Environment« Dubrovnik (Cavtat), Hrvatska, 8.–12. listopada 2012.

ISSN 1845-8815



9 771845 881505