

MEHANIZACIJA
ŠUMARSTVA



UDK 630*3

ISSN 1845-8815

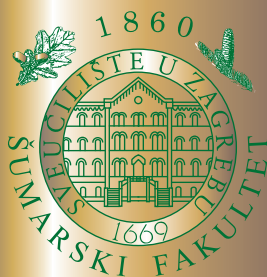
MEHANIZACIJA ŠUMARSTVA 2001 – 2004.
Posebno izdanje časopisa
Nova mehanizacija šumarstva
Godište 26(2005), broj 1



3.04.00

3.06.00

3.07.00



27. rujna – 1. listopada 1999.
Opatija, HRVATSKA

ISKRSLI PROBLEMI ISKORIŠTAVANJA ŠUMA I PROMJENE TEHNOLOGIJA NA KRAJU STOLJEĆA

ZBORNIK RADOVA





Mehanizacija šumarstva 2001 – 2004, posebno izdanje časopisa
Nova mehanizacija šumarstva, godište 26(2005), broj 1, Zagreb, studeni 2006.

Časopis za teoriju i praksu
šumarskoga inženjerstva



Međunarodno savjetovanje

»Iskrsli problemi iskorištavanja šuma i promjene
tehnologija na kraju stoljeća«

27. rujna – 1. listopada 1999.
Opatija, Hrvatska

IUFRO - OPATIJA

Izdavači

»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb, Šumarski fakultet Sveučilišta u
Zagrebu, Šumarski institut – Jastrebarsko

Izdavačko vijeće

Miroslav Benko, Darko Beuk, Damir Cvrković, Jozo Franjić, Slavko
Matić, Tibor Pentek

Uredničko vijeće

Josip Dundović, Juro Čavlović, Boris Hrašovec, Ante P. B. Krpan,
Dubravko Horvat, Ivan Martinić, Milan Oršanić, Nikola Pernar, Renata
Pernar, Dragutin Pičman, Mladen Slunjski, Željko Sučić, Venc
Vondra, Željko Zečić

Međunarodno uredničko vijeće

Hafiz Hulusi Acar (Turska), Pierre A. Ackerman (Južna Afrika), Risto
Lauhanen (Finska), Igor Potočnik (Slovenija), Reino E. Pulkki
(Kanada), Hideo Sakai (Japan), Raffaele Spinelli (Italija), Janusz M.
Sowa (Poljska), Karl Stampfer (Austrija), Oleg Styranivsky (Ukrajina),
Ján Tuček (Slovačka), Iwan Wästerlund (Švedska)

Adresa uredništva

Svetošimunska 25, HR-10 000 Zagreb, p.p. 422, Hrvatska
Tel.: + 385 (0)1 235-2417
Fax.: + 385 (0)1 235-2517
E-mail: nms@sumfak.hr
Internet: <http://hrast.sumfak.hr/~nms>

Glavni urednik

Tibor Pentek

Odgovorni urednik

Željko Tomašić

Tehnički urednik

Tomislav Poršinsky

Savjetnik uredništva

Stanislav Sever

Tehničko uredništvo

Marijan Šušnjar, Igor Stankić

Lektor i jezični savjetnik

Branka Tafta

Časopis referiraju sekundarni časopisi

CAB Abstracts

Svi su objavljeni članci recenzirani

Naklada

250

Prirema sloga i tisak

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

Uređenje zaključeno

20. listopada 2006.

Organizatori

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i
IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations)
Razred 3 – Šumsko djelovanje i tehnika
3.04.00 Proizvodno planiranje i nadzor, studij rada
3.06.00 Šumski postupci u planinskim uvjetima
3.07.00 Ergonomija

Suorganizatori

Javno poduzeće »Hrvatske šume« p.o. Zagreb
Šumarski institut – Jastrebarsko

Pokrovitelji

Ministarstvo znanosti i tehnologije
Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva
Sveučilište u Zagrebu
Akademija šumarskih znanosti
Akademija tehničkih znanosti Hrvatske

Međunarodni organizacijski odbor

Istraživačka grupa 3.04.00 IUFRO-a
Esko Mikkonen, Ante P. B. Krpan, Boštjan Košir, Ivan Martinić
Istraživačka grupa 3.06.00 IUFRO-a
Hans R. Heinemann, Stanislav Sever, Ewald Pertlik
Istraživačka grupa 3.07.00 IUFRO-a
Frits J. Staudt, Marjan Lipoglavšek, Vlado Goglia

Izvršni odbor

Joso Vukelić, Ante P. B. Krpan, Josip Dundović, Joso Gračan,
Stanislav Sever, Dragutin Pičman

Hrvatski organizacijski odbor

Joso Vukelić, †Nikola Lukić, Dragutin Pičman, Ante P. B. Krpan, Josip
Dundović, Joso Gračan, Stanislav Sever, Dubravko Horvat, Ivan
Martinić, Vlado Goglia, Tibor Pentek, Željko Zečić, Tomislav
Poršinsky, Marijan Šušnjar

Tajnik savjetovanja

Dubravko Horvat

Urednici zbornika

Stanislav Sever, Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky

Sadržaj

Stanislav Sever, Tibor Pentek	
Proslovni iskaz žaljenja i ovodobne vjere u novodobnost	1
†Simeun Tomanić	
Znanost o šumskom radu na kraju dvadesetoga stoljeća – stanje i putovi razvoja.	3
Esko Mikkonen, Zhangren Lan	
Alat za određivanje modela troškova i proizvodnje u šumarskoj nabavnoj logistici.	11
Boštjan Košir	
Studij rada – je li to zaboravljena znanstvena grana u šumarstvu?	17
Hideo Sakai	
Niskocijeno iskorištavanje na malim šumoposjedima u Japanu.	23
Jurij Marenče	
Metode pridobivanja drva na malim privatnim šumoposjedima u Sloveniji.	27
Arne Bergmann	
Okolišno motrište pri radu šumarskim strojevima	31
Oscar Bustos, Rodolfo Neunschwander, Rodrigo Baltra	
Raščlamba postupaka za pridobivanje drva uz najmanji utjecaj na tlo pri primjeni tehnike višekriterijske procjene	35
†Ulrich Bort	
Priprema sastojina za mehanizirano iskorištavanje – utjecaj na izvođenje, troškove i uzgajanje šuma	41
Raffaele Spinelli, Bruce Hartsough	
Istraživanje šumskih proreda harvesterom na strmim terenima	45
Andrew F. Egan	
Značajke rada bagerom pri djelomičnoj sječi appalachijskih sastojina tvrdih listača	53
Anika Juras, Steve Martin, Donald K. Nearhood	
<i>Helipace</i> – alat za određivanje proizvodnosti i troškova helikopterskoga iznošenja drva	61
Valéria Messingerová, †Tibor Lukác	
Iznošenje drva helikopterima.	67
Edvard Rebula, Igor Potočnik	
Kašnjenje uvođenja vrhunskih tehnologija pri dobivanju drvnih sortimenata u Sloveniji – njegovi uzroci te izgledi za njegovo otklanjanje.	73
Julije Domac, Stjepan Risović, Stanislav Sever	
Strategija pridobivanja šumske biomase u Republici Hrvatskoj do 2030. godine	81
Branka Jelavić, Julije Domac	
Socijalno-ekonomsko motrište projekata korištenja biomase u Hrvatskoj	87
Tetsuhiko Yoshimura	
Metoda polaganja okolišno prihvatljivih šumskih cesta uporabom genetskoga algoritma	91
Ján Tuček, Erich Pacola	
Sustav podrške za prostornu razdiobu smještaja šumskih cesta na temelju modela udaljenosti privlačenja.	97
Dragutin Pičman, Tibor Pentek	
Primjena novih tehnologija pri otvaranju šuma	103
Adolf Schlaghamersky	
Jednostavno učvršćenje šumskih putova pomoću oporabljena građevinskoga materijala	107

Slavko Šunjić	
Šumske prometnice	113
H. Hulusi Acar, Selçuk Gümüş	
Šumske prometnice u Turskoj	117
H. Hulusi Acar	
Djelovanje gradnje šumskih prometnica i radova pri pridobivanju drva na okoliš.	121
Tomislav Poršinsky, Ante P. B. Krpan, Marijan Šušnjar, Željko Zečić	
Privlačenje drva u brdsko-planinskim prebornim šumama u Hrvatskoj – sadašnje stanje i mogući budućnosni razvoj	125
Milan Mikleš, Jozef Suchomel	
Odnos između terenskih i radnih uvjeta pri privlačenju drva zglobnim traktorima	131
H. Hulusi Acar, Özgür Topalak, Habip Eroğlu	
Šumske žičare u turskom šumarstvu	137
Anatolij Sabadir, Sergij Zibcev	
Stanje, problemi i budućnost iskorištavanja šuma u ukrajinskim planinskim uvjetima	141
Marjan Lipoglavšek, Frits J. Staudt	
Najnovija dostignuća ergonomije u šumarstvu	147
Robert Robek, Mirko Medved	
Okolišni stres i vozačevo ergonomsko opterećenje tijekom privlačenja skiderima Woody 110 i Belt GV 70	151
Marjan Lipoglavšek	
Ergonomske značajke skidera Woody 110	161
M. D. Musson, R. N. O'Reilly	
Kanabis među šumskim radnicima	169
H. Hulusi Acar, Tetsuhiko Yoshimura	
Proizvodnost i radno opterećenje pri iskorištavanju prirodnih šuma u Turskoj	173
Ivan Tarnaj, Josip Dundović	
»Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, danas (1991 – 1999) i sutra, u 21. stoljeću	177
Joso Gračan	
Znanstvenoistraživački rad u hrvatskom šumarstvu na prijelazu u 21. stoljeće	183
Pavle Vratarić, Dubravko Krušarovski	
Gospodarenje šumama hrvatskoga Podunavlja miniranim minsko-eksplozivnim sredstvima	191
Tomislav Starčević	
Tehnološka tranzicija hrvatskoga šumarstva zahtijeva psihološke i sociološke promjene šumarskih stručnjaka	195
Juro Čavlović, Mario Božić, †Nikola Lukić	
Gospodarenje i uređivanje prebornih šuma u gospodarskoj jedinici Belevine	199
Marijan Šušnjar, Ante P. B. Krpan, Željko Zečić, Tomislav Poršinsky	
Kakvoća jelovih drvnih sortimenata u jelovoj šumi s rebračom (<i>Blechno-Abietetum</i> Ht.)	209
Andrija Štefančić	
Stručno krojenje drvnih sortimenata radi bolje iskorištenosti etata i povećanja prihoda od njihove prodaje.	215
Milan Žgela	
Hrvatsko šumsko rasadničarstvo	221
Augustin Meštrović	
Aktualni zadaci i vizija promjena koje se nameću drugačijim zadaćama gospodarenja šumama u Federaciji Bosne i Hercegovine	229
Marijan Brezinščak	
Tvorba decimalnih i binarnih mjernih jedinica	237

Proslovni iskaz žaljenja i ovodobne vjere u novodobnost

Posao, čiji je završetak pred čitateljem, započeo je prije nešto više od 11 godina na XX. kongresu *Međunarodne udruge šumarskih istraživačkih organizacija* (IUFRO) održanome u kolovozu 1995. godine u Tampereu, u Finskoj. Na završnom zasjedanju svih sudionika Kongres je prihvatio petogodišnji program skupova istraživačkih i radnih grupa. Tako je za petogodišnje razdoblje između dvaju kongresa u popis skupova za pretkongresnu 1999. godinu, kao jedan od dvaju prijedloga Razreda 3 IUFRO-a *Šumski postupci i tehnika*, unesen i prijedlog njegovih istraživačkih grupa, 3.06.00 *Šumski postupci u planinskim uvjetima* i 3.07.00 *Ergonomija*, da se Hrvatskoj povjeri savjetovanje pod naslovom *Iskrslji problemi iskorištavanja šuma zemalja u tranziciji*. Da bi se uklonilo možebitno društveno i političko poimanje tranzicije, u srpnju je 1998. na sastanku dužnosnika Razreda 3 u Zürichu preinačen naslov skupa u strukovno primjereniji: *Iskrslji problemi u iskorištavanju šuma pri tranziciji tehnologija na kraju stoljeća*, te prihvaćeno sudjelovanje u radu savjetovanja i istraživačke grupe 3.04.00 *Proizvodno planiranje i nadzor; studij rada*. Za neposrednoga je organizatora određen Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, a za voditelja u ime IUFRO-a supotpisnik ovoga proslova S. Sever, inače u razdoblju 1995 – 2000. zamjenik koordinatora istraživačke zadaće IUFRO-a 3.06.00. Vrijedi i danas napomenuti da su prijedlog i odluka doneseni u kolovozu 1995, u vrijeme kada je Hrvatska vojnom akcijom *Olujom* oslobađala posljednje dijelove trećine svoga ozemlja, okupiranoga više godina. Prihvaćeno je vrijeme i mjesto održavanja savjetovanja: rujan – listopad 1999. u Opatiji. Terenski se program trebao odvijati na šumskim radištim Gorskoga kotara. Izvedbeni je program, kao i konačni naslov savjetovanja, potvrđen na prije spomenutom ciriškom sastanku svih dužnosnika istraživačkih zadaća Razreda 3 IUFRO-a, usklađen i prilagođen s ustrojenim promjenama udruge. Za ukazano povjerenje najstarije šumarske (pa i šire) svjetske udruge IUFRO mladoj, tek oslobođenoj neovisnoj državi Republici Hrvatskoj i iz ovodobne je

vremenske udaljenosti ne malo priznanje i podrška. Bilo je i drugačijih mišljenja koja, srećom, nisu dolazila od čelnika IUFRO-a.

A i naraštajni je odmak dvaju potpisnika znakovit – jedan je u vrijeme XX. kongresa IUFRO-a 1995. godine započinjao posljednjih pet godina aktivnoga rada prije odlaska u mir, dok je drugi te godine završio studij na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Vrijedi kazati da se do održavanja skupa i početka ispunjavanja posljednje obveze, objavljivanja zbornika radova, rad odvijao uvriježenim tokom. No, na prijelomnici stoljeća nastupile su mnoge okolnosti i zbivanja koja su godinama onemogućavala objavu očekivanoga zbornika. Stariji potpisnik ovoga proslova iskazuje i na ovom mjestu svoje *iskreno žaljenje* zbog neispunjenja obveze uz ispriku svim autorima, sudionicima savjetovanja, čelnicima IUFRO-a ... Novi naraštaj hrvatskih šumarnika, koji je rastući uz savjetovanje i mnogu tranziciju, s prijelazima iz jednoga stanja u drugo slijedom događanja na koje smo mogli malo utjecati, *uskrasnio vjeru* u primjereniju novodobnost hrvatskoga šumarstva i njegove poveze s IUFRO-om, barem jednakoj onoj na razini dosegnutoj 80-ih i 90-ih godina prošloga stoljeća. Oni su svojim sudjelovanjem i u ovoj zadaći dokazali da su dorasli i najstrožim svjetskim zahtjevima znanstvenoga promicanja šumoslovlja. Tek vrijedi uz mnoga imena sudionika u pripremi zbornika za objavu, koja se nalaze na impresumskoj stranici u raznim tijelima, pridodati dva koja su tu nespomenuta: Ružicu Beljo-Lučić i Stjepana Dekanića. Hvala im kao i onima utisnutima na stranici ukupnosti podataka o djelatnicima u zborniku i oko zbornika!

Iako su radovi pred čitateljima rezultat istraživanja s kraja 20. stoljeća, a trenutačno je pred nama već veći dio druge polovice prvoga desetljeća 21. stoljeća, vrijedi ustvrditi da su još mnogi šumari daleko od helikoptera, harvesterata, pa i otvorenosti svojih šuma dostignutih i opisanih u dijelu radova: oni će im biti putokaz. Onima pak koji su odmakli dalje, neka im objava pisanih uradaka bude poticaj za br-

žim koraćanjem i novim dosezima. A hvala im na strpljivosti, pa i pomoći da je dijelom zahvaljujući njihovim radovima i objavi ovoga zbornika nakon 25 godišta časopisa *Mehanizacija šumarstva* nastavljen život rijetkoga periodika u hrvatskoj inačici *Novoj mehanizaciji šumarstva*, ali i onoj na engleskome: *Croatian Journal of Forest Engineering* – CROJFE. Bit ćete dragi gosti na njihovim stranicama ako pronađete vremena i poticaja da objavite koji svoj rad na hrvatskom ili engleskom jeziku!

U proslovu se valja zahvaliti svima koji su na neki način pomogli u održavanju skupa, bilo iz Hrvatske ili svijeta. Ipak, evo i nekih poimence koji su nas podržali i potakli primjernom suradnjom pri organizaciji, te obvezali da ne odustanemo i sedam godina nakon skupa od objave radova. Ponajprije je to glavni izvršni tajnik IUFRO-a gospodin Heinrich Schmutzenhofer, dipl. ing., od 2003. u zasluženom miru, dr. sc. Ewald Pertlik, opunomoćenik IUFRO-a za organizaciju skupa, naš pokojni profesor dr. sc. Simeun Tomanić, dugogodišnji suradnik i dužnosnik IUFRO-a, kojemu je kao prvomu hrvatskomu šumaru od postanka neovisne Republike Hrvatske na skupu u Opatiji predano priznanje Izvršnoga odbora IUFRO-a »za istaknuto služenje IUFRO-u«, a koji nas je od sredine sedamdesetih mnoge uveo u tu vrhunsku i časnu svjetsku udrugu šumara svijeta; nadalje, treba se sjetiti onih koji su pismeno ili na koji drugi način, ne mogavši osobno prisustvovati skupu, zaželjeli uspješan rad pri okupljanju šumara svijeta: H. Höfle, predsjednik združenoga odbora FAO/ILO/ ECE-a,

K. Dummel, direktor Kuratorija za šumski rad i tehniku – KWF, pokojni U. Bort, dopredsjednik Sveučilišta u Rottenburgu, D. Guimier, ravnatelj Istočne divizije Kanadskoga istraživačkoga instituta za šumsku tehniku – FERIC, S. Baldini, Sveučilište u Tusciji, Italija, H. Phillips, Irska, Jannusz M. Sowa, Šumarski fakultet, Poljoprivredno sveučilište, Krakov, Poljska, A. Meštrović, pomoćnik ministra za šumarstvo Federacije BiH, Sarajevo, BiH, i mnogi drugi. I svima nabrojenima i onima koji su nas se tada sjetili, a nismo ih naveli, iskreno hvala, koliko god s objavom neprimjereno kasnimo. Posebno srdačno hvala kolegama iz Slovenije! Jedanaest je znanstvenika iz Slovenije pridonijelo mnogoj spoznajnosti i dragim susretima. Od prijavljenih znanstvenika iz 16 zemalja svijeta, od Novoga Zelanda do SAD-a, stigli su i sudjelovali u radu savjetovanja njih 27 od 82 sudionika, čak iz 12 zemalja. Mnogi su poslali svoj doprinos savjetovanju jer zbog spriječenosti ili ispriječenja kojega drugoga razloga (bolest, nova dužnost, teškoće s vizama afričkih kolega ...) nisu mogli osobno sudjelovati u radu skupa. Iako su na skupu u nekom obliku predstavljena 63 rada (izlaganja, poster ...) od 87 autora, u zborniku se nalazi nešto manji broj jer su neki autori odustali od pripreme rada za objavu ili su obavijestili uredništvo o njegovoj objavi u kojem drugom glasilu. I na kraju, i ovim se putem uredništvo ispričava autorima ako se u hrvatskoj ili engleskoj inačici potkrala koja prijevratna, lektorska, pa, unatoč recenzijama, i autorska pogriješka.

Stanislav Sever
Tibor Pentek

Adresa autora:

Stanislav Sever
Britanski trg 11
HR-10000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: stanislav.sever@zg.t-com.hr

Tibor Pentek
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: pentek@sumfak.hr

Znanost o šumskom radu na kraju dvadesetoga stoljeća – stanje i putovi razvoja

Simeun Tomanić

Sažetak

U članku su prikazani stanje razvijenosti znanosti o šumskom radu na kraju dvadesetoga stoljeća, izazovi i otpori koji se nameću znanosti o šumskom radu, te putovi razvoja te znanosti u budućnosti. Stanje razvijenosti. Znanost o šumskom radu pokazuje različite stupnjeve razvijenosti s globalnoga gledišta. Uzroci su različitih stupnjeva razvijenosti ovoga područja znanosti mnogobrojni. Među najznačajnije uzroke autor je naveo: različitosti šuma i njihova okruženja u pogledu terenskih i klimatskih uvjeta, bioloških svojstava sastojina, ekonomske uloge šuma i šumarstva u gospodarstvu zemlje; odnos društva prema znanosti uopće i znanosti o šumskom radu; koristi koje znanost o šumskom radu pruža šumarskoj praksi; stvaralačke sposobnosti znanstvenika koji se bave istraživanjima šumskih radova i tehnike.

Izazovi. Razborito i intenzivno korištenje resursa u šumarstvu može dati društvu mnogo više koristi nego sada. Društvene potrebe za koristima od šuma i šumarstva koje valja zadovoljiti stalno rastu. Pretpostavke su veće djelotvornosti šumskih radova: razvoj novih metoda šumskoga rada, razvoj novih alata i opreme za šumske radove, zamjena čovjeka kao izvora radne energije novim tehničkim sredstvima, povećanje proizvodnosti šumskoga rada, zaštita života i zdravlja šumarskih radnika, povećanje životnoga standarda šumarskih radnika i njihove motivacije za rad u šumarstvu, zaštita šume, šumskoga zemljišta i okoliša od oštećivanja pri šumskim radovima, osiguranje progresivne potrajnosti šumskoga gospodarenja.

Otpori i teškoće. U budućnosti valja očekivati otpore i teškoće koje prate istraživanja šumskoga rada, a osobito primjenu znanstvenih otkrića i izuma u praksi. Bez obzira na vrijednost znanstvenih otkrića najznačajniji su uzroci otporima: suprotnosti interesa korisnika šumskih dobara, vječite sumnje u važnost novih znanstvenih otkrića, nespremnost za preuzimanje rizika pri investiranju u istraživanja i primjeni rezultata istraživanja u praksi.

Putovi razvoja. Ne treba očekivati spektakularne promjene pri ulasku u sljedeći milenij. Budući razvoj znanosti o šumskom radu nastaviti će se prema zakonitostima i trendovima koji se ostvaruju u ovom desetljeću. Za ostvarenje budućega razvoja potrebno je: poticati nova znanstvena otkrića i izume koji omogućuju daljnji uspon šumarske prakse, međunarodnom suradnjom i suvremenom informatičkom tehnologijom omogućiti informiranje istraživača radi izbjegavanja nepotrebnih ponavljanja istraživanja već otkrivenih spoznaja, razvijati vlastite metode i tehnička sredstva za konkretne uvjete rada, suradnjom sa šumarskom praksom na primjeni novih znanstvenih otkrića i izuma povećati djelotvornost znanosti o šumskom radu.

Ključne riječi: studij rada, planiranje i kontrola šumskih radova, ergonomija, šumarski radnici

1. Uvod

Završetak 20. i početak 21. stoljeća te prijelaz iz drugoga u treće tisućljeće značajni su povodi u povijesti čovječanstva za uočavanje i prosuđivanje mnogih stanja duhovnoga i materijalnoga života. To je prilika za sagledavanje dostignuća znanosti i prakse

u prošlosti, ocjene sadašnjega stanja znanosti i kakvoće života, te predviđanje razvoja u doglednoj budućnosti. Nema sumnje da će se i šumarstvo pridružiti tim aktivnostima i dati svoj značajni doprinos.

XXI. svjetski kongres IUFRO-a 2000. godine izuzetna je prilika da svjetska šumarska znanost osmisli globalne vizije šumarstva, a posebno svoje strateške

zadaće, te njihove uloge u ostvarivanju potreba društva za koristima od šuma. Osim toga, tijekom 2000. godine održat će se 60–70 međunarodnih znanstvenih skupova IUFRO-a na kojima će se okupiti od 2000 do 3000 znanstvenika iz svih krajeva svijeta. To su također prilike na kojima će biti vrijednih priloga za ocjene dostignuća šumarske znanosti i prakse, te predviđanja putova razvoja u budućnosti.

Cilj je ovoga rada pokušaj ocjene stanja razvijenosti znanosti o šumskim operacijama na kraju dvadesetoga stoljeća, predložiti izabrane izazove i otpore koji se nameću znanosti o šumskim operacijama, te ukazati na moguće putove razvoja toga područja znanosti u budućnosti.

U prošlosti je bilo dosta podijeljenih mišljenja o šumskim operacijama, njihovu mjestu i statusu u šumarskoj znanosti i praksi. Budući da su se šumske operacije pojavljivale u većini grana šumarstva i da su se temeljile samo na iskustvu i vještini, nije im se pridavalo znanstveno značenje. Pojavom i širenjem znanstvenih istraživanja šumskih operacija tijekom protekla dva stoljeća nastaju, razvijaju se i oblikuju znanstvene discipline iz toga područja. Mnogi su autori dali značajne doprinose utemeljenju *znanosti o šumskom radu* (Hilf 1957), otkriću *zakona diskontinuirane evolucije* razvoja metoda i tehnike šumskih operacija (Samset 1967), razvoju i uporabi sustava vitala i žičara pri transportu drva (Samset 1985), a zatim osvjetljavanju putova razvoja znanstvenih istraživanja šumskih operacija u Europi, Kanadi, SAD-u i Japanu (Sundberg 1988).

Tijekom druge polovice 20. stoljeća obujam znanstvenih istraživanja šumskih operacija naglo se širi u većini zemalja i institucija članica IUFRO-a. U tom je razdoblju Samset imao vodeću ulogu u razvoju, rigoroznoj prosudbi znanstvene vrijednosti i određivanju statusa *znanosti o šumskim operacijama i tehnici* u sklopu šumarskih znanosti. IUFRO je u svom ustroju, među osam divizija, to područje utemeljio kao diviziju (3. divizija IUFRO-a). Procjenjuje se da je oko 20 % od svih znanstvenika u šumarstvu zainteresirano ili angažirano za istraživanja šumskih operacija i tehnike.

2. Stanje razvijenosti znanosti o šumskim operacijama

Postojeće stanje razvijenosti znanosti o šumskim operacijama može se ocijeniti uz pomoć više različitih pokazatelja i njihovih kombinacija. U znanosti o znanosti teško je naći znanstveno područje ili disciplinu u kojoj su sustavno obrađeni svi značajni pokazatelji i njihove kombinacije, te dana integralna ocjena stanja razvoja znanosti na nacionalnoj, regionalnoj i globalnoj razini. Nema dvojbe da je to po-

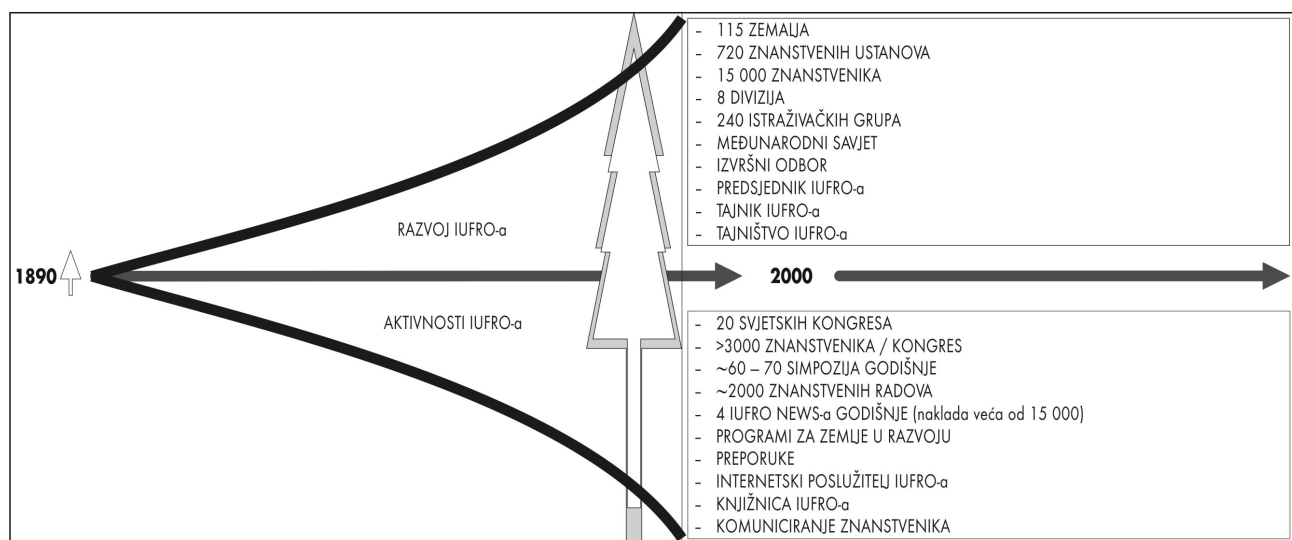
trebno za vođenje razborite politike znanstvenih istraživanja i povećanje doprinosa znanosti ukupnom razvoju društva. To vrijedi za svaku znanstvenu granu, područje i disciplinu posebno, ali i za sve njih zajedno.

Svjetski su kongresi IUFRO-a povoljne prilike za ocjene stanja razvijenosti znanstvenih disciplina u šumarstvu. Nema obvezatnih ni dobrovoljnih globalnih i cjelovitih pregleda koji pokazuju u kojoj se mjeri te prilike koriste: 1) za ocjene stanja razvoja znanosti u šumarstvu, 2) koliko su valjane takve ocjene, 3) koriste li investitori, znanstvene ustanove i znanstvenici te ocjene i preporuke za utvrđivanje prioriteta i planova znanstvenih istraživanja na nacionalnim i regionalnim razinama. Pri pokušajima da se osmisle novi ciljevi i djelotvorni sadržaji svjetskih kongresa IUFRO-a izrada metodologije za ocjene stanja razvijenosti šumarskih znanosti, ocjenjivanje toga stanja, te praćenje korištenja ocjena i preporuka pri planiranju znanstvenih istraživanja pridonijeli bi većoj djelotvornosti kongresa IUFRO-a i šumarske znanosti u cijelosti.

Na slici 1 vidi se put razvoja IUFRO-a od inicijative za njegovo osnivanje 1890. do 2000. godine. Znanost o šumskim operacijama slijedila je razvoj IUFRO-a i znanosti uopće.

Za ocjenu stanja razvijenosti znanosti o šumskim operacijama mogu se koristiti ovi podaci i pokazatelji:

- *Broj znanstvenika* koji se bave istraživanjima šumskih operacija. Taj se broj može predložiti: 1) u apsolutnim iznosima za pojedinu znanstvenu disciplinu, 2) u relativnim iznosima između pojedine discipline i ukupnoga broja znanstvenika u svim disciplinama, 3) u relativnim iznosima između pojedinih disciplina, te u odnosu na ukupni broj uposlenika u šumarstvu. Posebno je zanimljiva usporedba postotnoga udjela znanstvenika u ukupnom broju uposlenika u šumarstvu s ostalim granama djelatnosti (industrija, poljoprivreda, medicina ... te sve djelatnosti zajedno).
- *Obujam financijskih sredstava* koja se godišnje izdvajaju za znanstvena istraživanja. Ta se sredstva mogu iskazati: 1) u apsolutnim iznosima po istraživaču, po znanstvenim disciplinama i ukupno za sve znanstvene discipline, 2) u postocima od ukupnoga prihoda ostvarenoga u šumarstvu za sva istraživanja i posebno za svaku disciplinu. Podaci i pokazatelji za pojedinu zemlju mogu se izračunavati na temelju nacionalne valute. Za izračunavanje i usporedbe pokazatelja na regionalnoj ili svjetskoj razini treba podatke iz različitih zemalja izraziti u jednoj valuti za sve zemlje (USD ili EUR ili ... prema dogovoru) zbog razlika između vrijednosti nacionalnih valuta.



Slika 1. Razvoj IUFRO-a u razdoblju od 1890. do 2000. godine

- *Vrijednost opreme i objekata* namijenjenih za znanstvena istraživanja. Navedene vrijednosti mogu se iskazati: 1) u apsolutnim iznosima, 2) u postotnom udjelu pojedine znanstvene discipline ili znanstvenoga područja od ukupnih vrijednosti namijenjenih za sve znanstvene discipline koje pokriva znanstvena ustanova. Za analizu i ocjenu postojećega stanja zanimljivi su i relativni odnosi tih vrijednosti između šumarstva i drugih grana djelatnosti.
- *Veličina područja* koje pokrivaju znanstvena istraživanja. Ta veličina ovisi o broju znanstvenih disciplina koje su involvirane u istraživanje područja i njihovim definicijama, te prostornim i vremenskim dimenzijama u kojima se istraživanja obavljaju. Znanstvena disciplina obuhvaća procese pokušaja iskoraka u nepoznato (»ničiju zemlju«) s namjerom otkrića dotad nepoznatih pojmova i zakonitosti, te sustavno tumačenje primijenjenih metoda i dostignutih spoznaja. Samset (1992) smatra da termin *operacija* obuhvaća svaki rad ili aktivnost u pokretu. Dosljedno tome *znanost o šumskim operacijama* obuhvaća sve aktivnosti koje obavljaju šumarski radnici svojim alatima ili strojevima. Tu pripadaju osnivanje, njega i zaštita šumskih sastojina, radovi na održavanju drvene zalihe, iskorištavanje šuma i šumskih proizvoda. Tu su, zatim, uključeni radovi na okolišu, radni uvjeti, ergonomija, strojarstvo, šumske prometnice i ekonomika šumskih operacija.
- *Broj znanstvenih otkrića* na polju koje pokrivaju šumske operacije pouzdana je podloga u znanosti za ocjenu znanstvenika, znanstvene discipline ili znanstvenoga područja. Vrijednost znanstve-

noga otkrića ocjenjuje se na temelju: 1) prostora koji pokriva i trajanja njegove primjene, 2) doprinosa boljemu korištenju resursa u šumarstvu, povećanja kakvoće i proizvodnosti rada, doprinosa humanizaciji šumskoga rada, povećanja ekonomske djelatnosti šumskih operacija u praksi, mogućnosti predviđanja kriznih situacija u doglednoj budućnosti i načina njihova otklanjanja.

- *Broj objavljenih znanstvenih radova* u određenom vremenu koristi se za ocjenjivanje znanstvenika, znanstvene discipline ili znanstvenoga područja. Relativni odnosi broja objavljenih znanstvenih radova između znanstvenika, znanstvenih disciplina, znanstvenih područja i regija, te njihovo kretanje tijekom razdoblja koristi se za procjenu znanstvenoga doprinosa. Ti se pokazatelji lakše izračunavaju, češće se koriste, ali je njihova valjanost manja od procjene vrijednosti znanstvenih otkrića.

Sadašnje stanje znanosti o šumskim operacijama obilježava veliki raspon stupnja razvijenosti. Na jednoj strani koriste se u praksi prastare metode i alati koji su se primjenjivali prije više tisuća godina; pri tome su znanstvena istraživanja samo simbolična ili ih uopće nema. Istodobno, na drugoj strani, u radnim i proizvodnim šumarskim procesima koriste se najsuvremenija dostignuća ljudskoga uma. U najtežim terenskim, klimatskim i drugim uvjetima radni se procesi odvijaju uz pomoć visokosofisticiranih strojeva i najnovijih informatičkih dostignuća. Sjedeći u udobnoj kabini visokokvalificirani radnici upravljaju strojevima pri obavljanju šumskih operacija. Izvršitelji radova na terenu neprekidno su povezani međusobno i s pretpostavljenima preko računalne ili

telefonske mreže. To im omogućuje izmjenu informacija bez čekanja, brzo rješavanje problema i donošenje odluka, te postizanje visoke proizvodnosti rada i ekonomski visoke djelotvornosti šumskih operacija.

Starinski način manualnoga rada uz pomoć ručnog alata i rada životinja koristi se u nerazvijenim i ekonomski siromašnim zemljama u kojima je jeftina radna snaga. Najnovija dostignuća znanosti o šumskim operacijama primjenjuju se u razvijenim zemljama koje su predvodnice u šumarskoj znanosti i praksi. U tom se velikom rasponu nalaze različiti stupnjevi razvijenosti šumskih operacija i tehnike, kombinacija starinskih i poslije otkrivenih rješenja do najnovijih spoznaja, te njihovo prepletanje na jednom te istom području. Ti su stupnjevi razvijenosti šumskih operacija posljedica terenskih, klimatskih, vegetacijskih, tehničkih, povijesnih, ekonomskih i drugih različitosti u šumarstvu i njegovu okruženju.

3. Izazovi znanosti o šumskim operacijama

Društvene potrebe za koristima od šume i šumarstva stalno rastu. Pri tome se misli na sve koristi, bez obzira na njihove vrste i vrijednosti. Te potrebe rastu zbog progresivnoga povećanja broja stanovnika na Zemlji. Životni standard ljudi neprekidno raste, a to uzrokuje veće i raznovrsnije potrebe za koristima od šume i šumarstva. Širenje poljoprivrednoga zemljišta na račun šuma, a istodobno povećanje potreba za koristima od šuma, čine značajne pritiske na šumske ekosustave i njihov okoliš. Istraživanje ravnoteže između zadovoljenja rastućih potreba za koristima od šuma i osiguranja progresivne potrajnosti šumskoga gospodarenja – značajni su izazovi cijeloj šumarskoj znanosti, a posebno znanosti o šumskim operacijama.

Razborito i intenzivno korištenje resursa u šumarstvu može dati društvu mnogo više koristi od onih što ih sada daje. Odgovori na pitanja kako to postići veliki su izazovi za sve koji se bave razvojem šumarstva i za one koji očekuju koristi od šumskih resursa. Među značajne pretpostavke uspješnoga razvoja proizvodnje u šumarstvu ubraja se povećanje djelotvornosti šumskih operacija. One se mogu ostvariti na više načina. Ovdje ćemo navesti samo nekoliko primjera.

- *Razvoj novih metoda* šumskih operacija koje omogućuju brže stvaranje istih ili potpuno novih proizvoda i dobara. Tu također pripada i poboljšanje postojećih metoda šumskih operacija koje povećavaju ekonomsku djelotvornost u šumarstvu.

- *Razvoj novih alata i opreme* za šumske operacije proširuje mogućnosti rada na većim prostorima, skraćuje vrijeme radnih operacija i proizvodnih procesa u cjelini. Primjenom višenamjenskih šumskih strojeva u praksi prestaju ograničenja izvora energije za šumske operacije. Time se otvaraju nove mogućnosti razvoja metoda i tehnike šumskih operacija.
- *Povećanje proizvodnosti rada* moguće je postići: a) primjenom u praksi već postojećih znanstvenih otkrića, b) otkrićem i primjenom novih spoznaja. Prepletanje tih načina moguće je u svim uvjetima bez obzira na stupanj razvijenosti pojedinih zemalja ili regija te prirodnih, tehničkih, ekonomskih i društvenih različitosti.
- *Ergonomska istraživanja* u šumarstvu imaju za cilj smanjenje broja i težine ozljeda, te profesionalnih bolesti šumarskih radnika. Većina je šumskih operacija visokorizična zbog broja i težine ozljeda, fizičkih naprezanja pri ručnom i strojno-ručnom radu, terenskih i klimatskih uvjeta rada, te opasnosti kojima su radnici izloženi pri radu. Primjena rezultata ergonomske istraživanja pri šumskim operacijama pridonosi zaštiti života i zdravlja radnika, te produljenju njihova radnoga i životnoga vijeka. To su značajni izazovi znanstvenicima, šumskim radnicima i poslodavcima. Ravnoteža između *ulaganja* u zaštitu na radu s jedne strane i *gubitaka* zbog ozljeda, bolesti, manje proizvodnosti rada, te skraćenoga radnoga vijeka radnika s druge strane – dobar je kriterij za odlučivanje pri investiranju u ergonomska istraživanja. Taj kriterij zadovoljava interese uposlenika, poslodavaca i istraživača.
- *Povećanje životnoga standarda* šumarskih radnika, zamjena čovjeka kao izvora radne energije višenamjenskim šumskim strojevima, primjena načela »manje znoja – više znanja« pri radu, primjerene plaće koje će motivirati radnika da zadrži svoj posao, a neće izazivati želju da traži bolje plaćeni posao izvan šumarstva, pridonijet će humanizaciji šumskih operacija. Takvi će odnosi prema šumskim radnicima i njihovu radu povećati motivaciju za rad u šumarstvu i kontinuirano osiguranje radne snage za šumske operacije.
- *Zaštita šume, šumskoga zemljišta i okoliša* od oštećivanja pri šumskim operacijama treba osigurati stabilnost šumskih ekosustava. Većina šumskih operacija narušava uspostavljenu ravnotežu tih sustava. Intervencije u šumski ekosustav čine se s namjerom reguliranja bioloških i tehničkih procesa radi ostvarenja ciljeva šumskoga gospodarenja. One čine pozitivne poticaje, a ne narušavaju ravnotežu ekosustava, što bi u suprotnome vodi-

lo njegovu razaranju. Takva su umijeća, osobito u nepredviđenim izvanrednim okolnostima, izazovi za znanstvenike i stručnjake nadarene stvaralačkom inspiracijom.

- *Progresivna potrajnost šumskoga gospodarenja* je uvjet bez kojega se ne mogu obavljati valjane i prihvatljive šumske operacije, bez obzira na efemerne interese vlasnika šume, poduzetnika ili bilo kojega drugoga subjekta. Koristi od šume i šumarstva trajne su i rastuće potrebe svih generacija. Pogrešne šumske operacije zbog neznanja, sebičnih interesa ili pohlepe mogu uzrokovati nepopravljive štete. Multidisciplinarni timski rad znanstvenika i stručnjaka iz prakse pri istraživanjima novih spoznaja i primjeni otkrića u praksi značajne su podloge za potrajno šumsko gospodarenje.

4. Otpori i teškoće koji prate istraživanje šumskih operacija

Otpori i teškoće stalni su pratioci znanstvenih istraživanja, otkrića novih spoznaja, izuma i njihove primjene u praksi. Najznačajni uzroci otporima i teškoćama su: 1) nepredvidive spoznaje o iskoracima u nepoznato, 2) suprotnosti interesa, 3) sumnje u valjanost novih znanstvenih otkrića i izuma, 4) nespremnost za preuzimanje rizika pri investiranju u istraživanja i primjeni novih spoznaja u praksi.

- *Nepredvidive spoznaje.* Svaki iskorak u nepoznato (»ničiju zemlju«) popraćen je brojnim nepoznanicama, iznenađenjima, praznim hodovima, neuspjelim pokušajima. Pretpostavke su za znanstveno otkriće, izum ili unapređenje stvaralačka inspiracija, mašta, nadahnuća za znanstveno otkriće, radoznalost, potrebna oprema i mnogostruki pokušaji. Uza sve te pretpostavke znanstveno istraživanje prate brojni neuspjeli pokusi, pogreške i razočaranja. Snažna motivacija, volja za rad, ustrajnost u pokušajima, pa i sreća povećavaju vjerojatnost znanstvenoga otkrića ili izuma.
- *Suprotnosti interesa.* Postoji velik broj istraživača i potencijalnih užitnika istih ili različitih koristi od šume i šumarstva. Njihovi su interesi identični, različiti ili suprotni. Njihova se prava i odgovornosti s obzirom na šumske resurse također razlikuju. Stoga se i njihovi odnosi prema šumskim ekosustavima, šumskim operacijama i tehnicama značajno razlikuju. Poduzetnik, koji obavlja šumske operacije u tuđoj šumi, nastojat će ostvariti što veću proizvodnost rada i maksimalni profit u što kraćem vremenu, bez obzira na oštećenja sastojina, šumskih prometnica i okoliša, te na ergonomske uvjete rada radnika. Ako vlasnik sam obavlja šumske operacije u svojoj šumi, najčešće će pos-

tupati po principu dobra gospodara: zaštititi će šumu i šumske objekte od oštećenja, osigurati potrajnost šumskoga gospodarenja te zadovoljiti svoje potrebe za koristima od šume. Moglo bi se reći: koliko užitnika – toliko različitih interesa. Osim toga, broj užitnika i njihovi interesi nisu stalno isti. Oni se mijenjaju u vremenu i prostoru. Mijenjaju se čimbenici šumskoga ekosustava, mijenjaju se metode rada i oprema, te njihovi međusobni odnosi. Svi navedeni čimbenici, kao i brojni drugi koji nisu spomenuti, uzrokuju otpore znanstvenim otkrićima i teškoće u njihovoj primjeni u praksi. Ako su interesi užitnika suprotni, svaki prestiž jednoga uzrokovat će otpor drugih zbog njihova relativnoga stagniranja ili zaostajanja. Ako su im interesi identični, prestiž jednoga uzrokovat će otpor drugih zbog zavisti, slabije konkurencije, smanjenja ugleda.

- *Sumnje u valjanost znanstvenih otkrića* vječiti su pratioci istraživanja. Nepovjerenje u novo rađa otporima. Otpori znanstvenim otkrićima i izumima, te njihovoj primjeni uzrokuju, zatim, lijenost duha, tromost, mirenje s postojećim stanjem bez obzira na njegovu razinu i djelotvornost, sklonost naslijeđenim tradicionalnim metodama rada i tehnicama, usku motivaciju za rad. Otkrića i izumi te njihova primjena u praksi zahtijevaju dodatne napore da se novo razumije, svlada, prihvati, primijeni. To remeti mir, zahtijeva promjene navika, izaziva nesigurnost u vlastite sposobnosti. Sve to izaziva otpore novim spoznajama.
- *Nespremnost za preuzimanje rizika.* Budući da investiranje u istraživanje ne jamči siguran uspjeh, investitori često nisu spremni preuzeti rizik za ulaganje u istraživanje. Primjena u praksi znanstvenih otkrića i izuma popraćena je s brojnim teškoćama, osobito tijekom uvježbavanja i uhođavanja u praksi. Neka otkrića i izumi zahtijevaju doradu i poboljšanje tijekom primjene u praksi. To također zahtijeva podjelu rizika između istraživača i investitora.

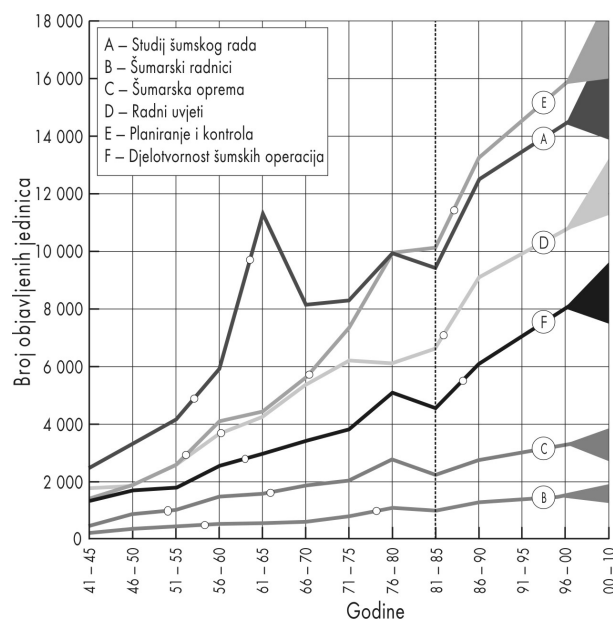
5. Putovi razvoja šumskih operacija u budućnosti

Svako je predviđanje budućih događaja nezahvalno. U trenutku predviđanja ne raspolazemo s potrebnim i dovoljnim brojem kvalitetnih informacija o uvjetima pri kojima će se predviđene pojave, šumske operacije ili bilo kakve promjene događati u budućnosti. Broj i kakvoća informacija o budućim događajima i uvjetima u kojima će se oni ostvariti padaju s produljenjem trajanja budućega vremena. Zbog toga se smanjuje vjerojatnost i pouzdanost da će se predviđanja zaista ostvariti. Predviđanja nekih

pojava ili događaja neće se uopće ostvariti. Moguće je ostvarenje predviđene pojave, ali u nepredviđenim okolnostima. S druge strane dogodit će se pojave i stanja koja uopće nisu predviđena ni očekivana. Međutim, ne predviđati značilo bi ići u budućnost zavezanih očiju. Stoga je predviđanje smjera razvoja šumskih operacija i tehnike u budućnosti neizbježna potreba, kao i svih drugih djelatnosti u šumarstvu i drugim djelatnostima.

Istraživanjem smjera razvoja metoda i tehnike šumskih operacija u prošlosti može se dovoljno pouzdano predvidjeti smjer razvoja u bliskoj budućnosti. Pri istraživanju predviđanja razvoja znanosti većina znanstvenika misli da će stanje i zakonitosti razvoja tijekom idućih deset godina biti slični postojećemu stanju i zakonitostima razvoja (Dobrov 1966). Mogući izuzeci u pojedinoj disciplini ili regiji ne mijenjaju značajno opći smjer. Međutim, mišljenja znanstvenika o dugoročnim predviđanjima razvoja znanosti značajno se razlikuju (Bronowski 1973). Uzimajući u obzir ta mišljenja, ne treba očekivati spektakularne promjene u razvoju metoda i tehnike šumskih operacija u skoroj budućnosti. Realno je očekivati da će se na početku idućega stoljeća nastaviti smjer razvoja na razinama i po zakonitostima koji su prikazani na slici 2.

Kretanje broja objavljenih znanstvenih radova (slika 2) utvrđeno je za drugu polovicu 20. stoljeća na temelju podataka CAB – International. Objavljeni radovi razvrstani su u šest skupina: A – Studij šumskoga rada, B – Šumarski radnici, C – Šumarska oprema, D – Radni uvjeti, E – Planiranje i kontrola šumskih operacija, F – Djelotvornost šumskih operacija.



Slika 2. Kretanje broja znanstvenih radova o šumskim operacijama i tehnici

Kriteriji za razvrstavanje radova po skupinama bili su naslov rada, ključne riječi, najznačajniji predmet istraživanja, godina objavljivanja. Kretanje broja objavljenih radova ucrtano je različitim linijama. Na svakoj liniji nalaze se ucrtani kružići. Između dvaju kružića na liniji je vrijeme u kojem je broj radova udvostručen. Vrijeme udvostručenja radova pokazuje intenzivnost razvoja. Kraće vrijeme udvostručenja broja radova znači veću intenzivnost razvoja određene discipline ili grane znanosti, i obratno. Vrijeme udvostručenja objavljenih radova u šumarskim disciplinama mnogo je dulje od vremena u kemiji, fizici, matematici, medicini i dr. Te usporedbe i uzroci razlika nisu bili predmet ovoga istraživanja. Međutim, značajne su razlike zapažene. Bilo bi korisno, osobito za šumarstvo, istražiti te razlike, njihove uzroke i posljedice.

Sva kretanja na slici 2 pokazuju tendenciju rasta. Najintenzivniji rast imaju studij rada te planiranje i kontrola šumskih operacija. Zatim slijede istraživanja radnih uvjeta i djelotvornosti šumskih operacija. Najblaži rast pokazuju istraživanje šumske opreme i šumarskih radnika. U idućem desetljeću mogu se očekivati sličan poredak i relativni odnosi između istraživanih kretanja. Pri tome je moguće da neko od navedenih kretanja promijeni smjer, ali je teško povjerovati da će se promijeniti njihov poredak i da će se značajno promijeniti njihovi relativni odnosi.

6. Zaključci

Završetak 20. i početak 21. stoljeća, te prijelaz iz drugoga u treće tisućljeće značajni su povodi za uočavanje i prosuđivanje mnogih stanja i dostignuća materijalnoga i duhovnoga života. To je prilika za sagledavanje dostignuća znanosti i prakse u prošlosti, ocjene sadašnjega stanja, te predviđanje razvoja u bliskoj budućnosti. Šumarstvo će se pridružiti tim aktivnostima i dati svoj doprinos.

XXI. svjetski kongres IUFRO-a i brojni znanstveni simpoziji IUFRO-a koji će se održati u 2000. godini izuzetna su prilika da svjetska šumarska znanost osmisli globalne vizije šumarstva, da definira strateške zadaće znanstvenih istraživanja, te njihove uloge u zadovoljavanju društvenih potreba za koristima od šume i šumarstva.

Znanstvena istraživanja šumskih operacija i tehnike slijede razvoj IUFRO-a. Tijekom druge polovice 20. stoljeća obujam znanstvenih istraživanja šumskih operacija naglo se širi u većini zemalja i znanstvenih institucija članica IUFRO-a. U tom su se razdoblju pojavile i prihvatile prosudbe znanstvene vrijednosti šumskih operacija i tehnike. Određen je status *znanosti o šumskim operacijama i tehnici* u sklopu šumarskih znanosti.

IUFRO je u svom ustroju među osam divizija to područje utemeljio kao diviziju (3. divizija IUFRO-a).

Izrada metodologije za ocjenu stanja razvijenosti znanosti o šumskim operacijama, ocjenjivanje toga stanja, te praćenje korištenja ocjena i međunarodnih preporuka pri planiranju znanstvenih istraživanja mogli bi pridonijeti većoj djelotvornosti znanosti o šumskim operacijama i tehnici te šumarske znanosti u cijelosti.

Za procjenu stanja razvijenosti znanosti o šumskim operacijama mogu se koristiti ovi podaci i pokazatelji: 1) broj znanstvenika koji se bavi istraživanjem u apsolutnim i relativnim iznosima, 2) obujam financijskih sredstava koja se godišnje izdvajaju za znanstvena istraživanja, 3) vrijednost opreme i objekata namijenjenih za istraživanja, 4) obujam područja i vrste aktivnosti koje pokrivaju šumske operacije, 5) broj znanstvenih otkrića i njihova vrijednost s obzirom na doprinose djelotvornosti šumskih operacija, 6) broj objavljenih znanstvenih radova u određenom vremenu i njihove kategorije.

Sadašnje stanje šumskih operacija u teoriji i praksi obilježava veliki raspon stupnja razvijenosti. U uporabi su prastare metode i alati koji su se primjenjivali prije više tisuća godina. Istodobno koriste se najsuvremenija dostignuća ljudskoga uma koji omogućuju visoku djelotvornost šumskih operacija. U tom se velikom rasponu nalaze različiti stupnjevi razvijenosti metoda i tehnike šumskih operacija s kombinacijama starinskih, poslije otkrivenih i najsuvremenijih dostignuća. Velik raspon stupnjeva razvijenosti šumskih operacija i tehnike posljedica je terenskih, klimatskih, vegetacijskih, tehničkih, povijesnih, ekonomskih i drugih različitosti u šumarstvu i njegovu okruženju.

Najznačajniji izazovi znanosti o šumskim operacijama su: 1) razvoj novih metoda, 2) razvoj novih alata i opreme za šumske operacije, 3) zamjena čovjeka kao izvora radne energije višenamjenskim šumskim strojevima, 4) brže stvaranje istih ili potpuno novih šumskih proizvoda i drugih koristi od šume, 5) povećanje proizvodnosti rada, 6) smanjenje opasnosti pri šumskim operacijama, 7) zaštita zdravlja, produženje radnoga i životnoga vijeka šumarskih radnika, 8) povećanje životnoga standarda i humanizacija rada šumarskih radnika, 9) zaštita šume, šumskoga zemljišta i okoliša od oštećivanja pri šumskim operacijama, 10) povećanje ekonomske djelotvornosti šumskih operacija i tehnike, 11) osiguranje progresivne potrajnosti šumskoga gospodarenja.

Uzroci su otpora istraživanjima šumskih operacija: 1) nepredvidivost novih znanstvenih spoznaja, 2) suprotnosti interesa užitnika istih ili različitih koristi od šuma, te vlasnika šume i poduzetnika koji obavlja šumske operacije, 3) otpor promjenama i mirenje s postojećim stanjem, 4) vječite sumnje u valjanost

znanstvenih otkrića, 5) nespremnost za preuzimanje rizika zbog neuspjelih pokušaja koji prate svako znanstveno istraživanje.

Predviđanje razvoja metoda i tehnike šumskih operacija nužno je bez obzira na stupanj njegove pouzdanosti. Ne treba očekivati spektakularne promjene u razvoju metoda i tehnike šumskih operacija u skoroj budućnosti. Realno je očekivati da će se na početku idućega stoljeća nastaviti smjer razvoja na razinama i po zakonitostima kakvi su bili na kraju 20. stoljeća. Mogući izuzeci u pojedinoj disciplini, u pojedinoj regiji ili godini ne mijenjaju značajno opći smjer.

7. Literatura

- Bronowski, J., 1984: Uspon čovjeka (The Ascent of Man). Otokar Keršovani, Opatija, 1984.
- CAB – International, 1999: Tree CD-ROM, Wallingford, UK.
- Dobrov, G. M., 1966: Nauka o nauci (Science of science). Naukova dumka, Kiev, 220 str.
- Friedman, G., 1959: Kuda ide ljudski rad? (Où va le travail humain?), Beograd, 1959.
- Hilf, H. H., 1957: Nauka o radu (Arbeitswissenschaft). Otokar Keršovani, Rijeka, 1963.
- Samset, I., 1967: The Law of Discontinuous Evolution (Zakon diskontinuirane evolucije). Journal of Japanese Forestry Society, 49.
- Samset, I., 1985: Winch and Cable Systems (Sustavi vitlova i žičara). Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 539 str.
- Samset, I., 1992: Forest Operations as a Scientific Discipline (Šumski radovi kao znanstvena disciplina). NLH, Ås, Norway.
- Sundberg, U., 1988: The emergence and establishment of forest operations as a discipline of forest science (Pojava i osnivanje šumskih operacija kao discipline šumarske znanosti). Garpenberg, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Sundberg, U., Silversides, C. R., 1988: Operational Efficiency in Forestry (Djelotvornost rada u šumarstvu), Vol. 1: Analysis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Silversides, C. R., Sundberg, U., 1988: Operational Efficiency in Forestry (Djelotvornost rada u šumarstvu), Vol. 2: Practice. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- Šošarić, K., 1999: Otkrića i poticaji (Discoveris and Impulses). Gazophylacium, 1–2: 46–65.
- Thompson, M. A., 1995: Observation and Analysis of Performance in Forest Work (Praćenje i analiza učinaka šumskoga rada). XX IUFRO World Congress Proceedings, Tampere, Finland, str. 1–3.

Tomanić, S., 1995: Čovjek i šumski rad – Vremenske perspektive (Man and Forest Work – A Time Perspective). Arh. hig. rada toksikol., 46 (1): 55–63.

Tomanić, S., 1995: Choice of Subject of Research in Forest Operations (Izbor predmeta istraživanja šumskih radova). Invited paper. XX IUFRO World Congress, Div. 3 Proceedings, Tampere, Finland, str. 11.

Tomanić, S., 1989: Može li šumarstvo proizvoditi više? (Can Forestry Production Be Increased?). Meh. šumar. 14 (1–2): 2–10.

Tomanić, S., 1998: Djelotvornost radnih metoda pri proređi šumskih sastojina (Work methods efficiency in thinning of forest stands). Meh. šumar., 23(3–4): 117–127.

Alat za određivanje modela troškova i proizvodnje u šumarskoj nabavnoj logistici

Esko Mikkonen, Zhangren Lan

Sažetak

U projektu pod nazivom PromotE, koji financira Europska unija, razvijen je postupak za izračunavanje proizvodnih troškova i procjenu proizvodnje u pridobivanju drva. Model je temeljen na osnovnim načelima izračunavanja troškova, a dopušta uključivanje 36 troškovnih čimbenika. Kao osnova mogu biti upotrijebljene varijable. Ipak, nužno je zadati ulaganja, kamate, vijek trajanja, godišnji broj radnih sati i radne uvjete. Za najčešće korištene šumske strojeve poput onoga za rušenje i skupljanje drva, harvesteri i forvarderi, moguće je izračunati procjenu proizvodnje. Proračun je temeljen na proizvodnim zadaćama i djelovanju strojeva objavljenima u ovodobnoj strukovnoj literaturi. Sastavljanjem tih dvaju podataka moguće je procijeniti i proizvodne troškove. Računalna primjena ProCosta razvijena je za okruženje Borland Delphia, koristeći se njegovim namjenama vezanima uz baze podataka.

Ključne riječi: model, troškovi, proizvodnja, pridobivanje drva, logistika

1. Orijentacija

Prepoznavanje i izbor naboljega okolišno prihvatljivog sustava pridobivanja drva temeljeno je na razvrstavanju strojeva koji se koriste na iskorištavačkim radovima, preko proračuna troškova i raščlambe svojstava pojedinoga stroja. Pozornost se ponajprije posvećuje usporedbi gospodarske učinkovitosti različitih strojeva, a nerijetko se proširuje i na okončavanje odabira načina pridobivanja i rukovanja drvom. Model izračunavanja troškova stroja razvijen je na programskom postupku temeljenom na sustavu »prozora«. Razvojna okolina s ugodno razvijenim sučeljem omogućuje korisniku unos podataka i povezivanje s ostalim potrebama, a posebice s bazama podataka strojeva za pridobivanje drva.

2. Ciljevi

Iznimno je važno da se postupci pridobivanja drva provode što učinkovitije u područjima predviđenima za sječu. Cilj je modeliranja odabira strojeva uključenih u rad na pridobivanju drva razvoj grafičkoga sučelja modela za izračunavanje strojnih troškova. Utvrđeni se troškovi za pojedini stroj koriste tada za određivanje najpovoljnije opreme s obzirom na uvjete koji vladaju na zadanom području. Ovaj se model

koristi za generiranje stvarnih podataka preko opće svrhovite simulacije najboljega sustava pridobivanja drva (engl. GPHMO).

3. Metode

Posebne raščlambe studija vremena i troškova nužne su da bi se dobili korisni podaci o postupcima pridobivanja drva. Razlikuju se četiri vrste troškova kod strojeva za pridobivanje drva:

- 1) trošak radne snage
- 2) amortizacija i kupnja strojeva za pridobivanje drva
- 3) materijal i rezervni dijelovi
- 4) režijski troškovi.

Kupnja strojeva razumijeva velika ulaganja prije samoga početka radova. Ovaj se dio troškova temelji na rasporedu amortizacije unutar radnoga vijeka stroja, koji je različit za svaki stroj i koji se mijenja od jedne do pet ili više godina. Trošak radne snage uključuje plaće radnika i neizravne troškove poput zdravstvenoga osiguranja radnika ili poreza na plaće, te premije radnika na strojevima i ostale povlastice. Materijal i rezervni dijelovi uključuju sve dijelove koji su istrošeni ili potrošeni tijekom rada. Režijski se troškovi

odnose na sve troškove koji nisu izravno vezani uz radove na pridobivanju drva.

Analize troškova i učinkovitosti mogu ukazati na razlike između pojedinih postupaka i strojeva za pridobivanje drva koji obavljaju iste zadaće. Cijena dobivenih sortimenata te troškovi radne snage i strojeva morali bi doseći vrlo visoku razinu da neučinkovitost učine preskupom i neprihvatljivom. Količina se konačnoga proizvoda i trošak radnih postupaka zajednički nazivaju *strojni udjel*, koji se izražava kao trošak postupaka u proizvodnoj jedinici po jednom satu.

Način izračunavanja troškova strojnih i obradbenih podataka provodit će se pod nadzorom ugodno osmišljenoga grafičkoga sučelja.

4. Detaljan opis primjene

Model je izračunavanja troškova razvijen radi generiranja stvarnih podataka kroz njihovo unošenje u sustav optimiranja pridobivanja drva u opće svrhe (GPHMO). Postupak se izračunavanja troškova može provesti na tri načina:

- 1) izračun troškova za pojedini stroj
- 2) kombinacija strojeva koja uključuje oba osnovna stroja i njihove priključke
- 3) nekoliko strojeva koji su uključeni u proizvodni lanac, npr. harvester i forvarder itd.

4.1. Oblikovanje sučelja

Glavni je prozor modela izračunavanja troškova prikazan na slici 1. Unutar glavnoga prozora nalaze

se ovi padajući izbornici: *Input Data*, *Basic Machine*, *Combination*, *System Chain* i *Help*. Unutar izbornika *Basic Machine* moguće je odabrati neki od tipova strojeva za koji će se računati troškovi:

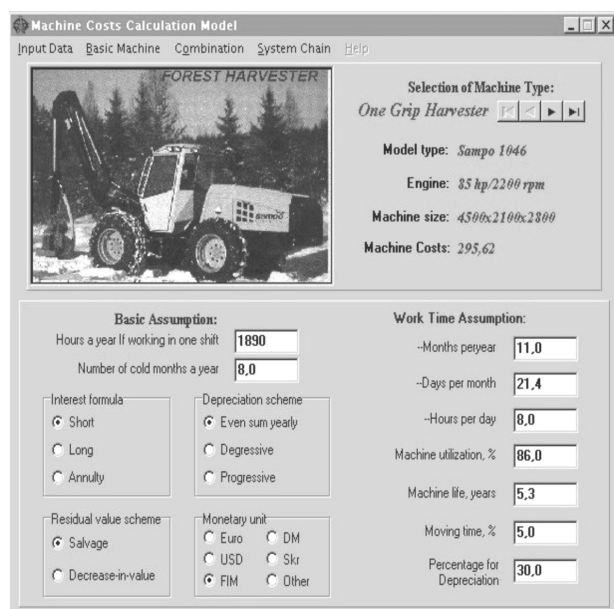
- Harvester
- Forvarder
- Rušenje / skupljanje
- Procesor
- Zglobnik (skider)
- Usitnjivač
- Višenamjenski stroj za pridobivanje drva
- Utovarivač
- Iverač
- Motorna pila
- Ostalo

U sustavu baza podataka strojeva za pridobivanje drva (engl. HMDBS) postoje tablice za svaki od tih tipova strojeva. Pojedinačni se strojevi mogu odabrati i pomoću navigacijske tipke u glavnom prozoru, ispod koje su ispisane osnovne značajke stroja:

- 1) model stroja
- 2) snaga motora
- 3) dimenzije stroja
- 4) troškovi stroja.

Prilikom odabira pojedinoga stroja pomoću navigacijske tipke pojavljuje se i grafički prikaz odabranoga stroja. Sučelje također nudi i prikaz osnovne procjene troškova, koju je moguće mijenjati u prozorima *Input Data* i *Specification*. Prije prelaska na sljedeći korak potrebno je ispuniti odgovarajući odabir u ova četiri okvira:

- 1) Izračun kamata
 - kratkoročnih
 - dugoročnih
 - godišnjih
- 2) Pregled ostalih vrijednosti
 - otpisna vrijednost
 - pad vrijednosti
- 3) Pregled amortizacije
 - godišnja svota
 - regresivna
 - progresivna
- 4) Valuta
 - EUR
 - USD
 - FIM
 - DM
 - Skr
 - Ostale



Slika 1. Glavni prozor modela izračunavanja troškova

4.2. Struktura podataka i unos

Treba kliknuti na izbornik *Input Data* u glavnom prozoru. Sučelje s podacima o stroju prikazano je na slici 2. U ovom prozoru izbornici sadrže sljedeće stavke:

- 1) *Data file* – otvaranje postojeće datoteke, spremanje nove datoteke itd.
- 2) *Edit* – opće funkcije za uređivanje datoteka
- 3) *Machine types* – izbor stroja koji je povezan s glavnim prozorom
- 4) *Analysis* – razgleda troška stroja i njegovih radnih zadaća
- 5) *Report* – završni izvještaj troška stroja.

Slika 2. Prozor za unos podataka i izračunavanje troškova rada stroja

Sučelje je osmišljeno kao niz podataka koje je potrebno unijeti u model izračunavanja troškova. Sastavljeno je od pet skupina čimbenika izračuna i analize strojnih troškova. Slijedi detaljniji prikaz svih djelujućih skupina:

- 1) Osnovne pretpostavke
 - godišnji broj radnih sati (za rad u jednoj smjeni)
 - broj hladnih mjeseci u godini
 - broj radnih mjeseci u godini
 - broj dana u mjesecu
 - broj sati u danu
 - postotak amortizacije, %
 - korištenje stroja, %
 - vrijeme premještanja, %
 - radni vijek stroja, godina
- 2) Cijena stroja
 - model stroja povezan s glavnim prozorom
 - cijena stroja

- primjena stroja
- kamatna stopa, %
- ostatna ili uporabljena vrijednost za obračun pada vrijednosti stroja

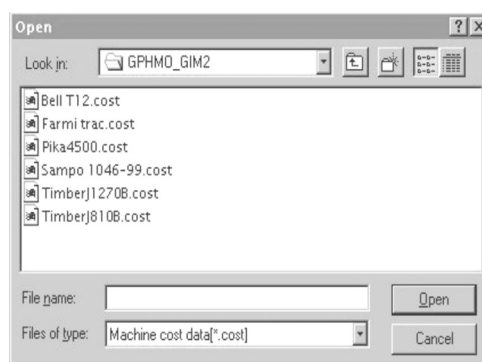
- 3) Troškovi potrošnje
 - trošak zdravstvenoga osiguranja, %
 - trošak poduzetničkoga rizika, %
 - satna potrošnja goriva; uključuje gorivo, mazivo i hidraulično ulje
 - dnevni troškovi uključuju:
 - vožnju rukovatelja, godišnja
 - godišnji broj dana
 - broj putovanja kući, godišnji
 - vožnja poduzetnika, godišnja

- 4) Plaće i razne povlastice
 - plaće – po satu ili prema dogovoru
 - dodaci po satu: smjenski rad, nepovoljni vremenski uvjeti, mehaničarski radovi
 - povlastice: trošak automobila prema udaljenosti, prema danima ili trošak putovanja kući

- 5) Troškovi
 - godišnji režijski troškovi
 - godišnji troškovi popravaka i servisa
 - godišnji troškovi specijalnih stavki
 - godišnje osiguranje; uključuje osiguranje od požara, prometno osiguranje i sl.
 - cijena goriva i maziva po jedinici; uključuje gorivo, mazivo i hidraulično ulje.

Nakon odabira stroja i unosa podataka potrebno je kliknuti na tipku *Calculate*, nakon čega se u okviru *Costs results* ispisuje ukupan godišnji trošak stroja i trošak stroja po satu. Trošak je stroja po satu moguće spremići u sustav baza podataka klikom na tipku *Save to database*. Pomoću izbornika *Data file* unesene je podatke i dobivene rezultate moguće spremići u zasebnu datoteku.

Otvaranjem poveznoga okvira *Open* (slika 3) moguće je unositi prethodno spremljenu datoteku s podacima o izračunu troškova pojedinoga stroja.



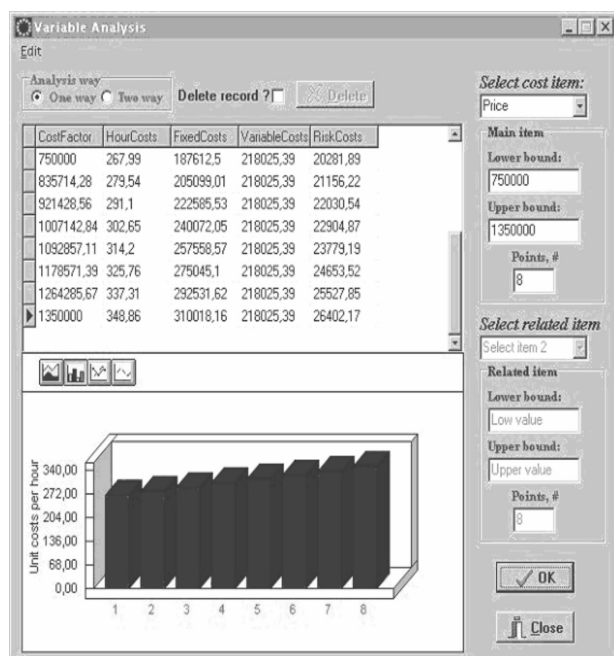
Slika 3. Uobičajeni povezni okvir za unos datoteka

4.3. Povezivanje sa sustavom baza podataka strojeva za pridobivanje drva (HMDBS)

Modul je HMDBS-a ugrađen u softverski paket GPHMO-a (PromotE Task 4.2 – Izvještaj). Model izračunavanja troškova od početka je bio povezan sa sustavom baza podataka o strojevima. Model stroja ili pojedini stroj prikazan u prozoru primjene (slike 1 i 2) uvijek se učitava iz određene tablice pohranjene u bazi podataka. Polje (atribut, dodatak) *Machine Cost* u tablici sprema podatke dobivene kao rezultat izračunavanja troškova ili njegova iznosa koji je korisnik promijenio preko postupka uređivanja i vremenske uskladbe koji se nalaze u sustavu baze podataka. Modul izračunavanja troškova integriran je zajedno s ostalim postupcima u GPHMO-u, u sklopu Task 4.2. Međutim, za bilo koju radnju pridobivanja drva moguće je primijeniti samo modul izračunavanja troškova radi odabira lanca strojeva za pridobivanje drva. U ovom slučaju u kojem se ugrađuje samo jedan softverski paket modula troškova, HMDBS je nevidljiva sastavnica koju nije moguće pokrenuti u zasebnom prozoru unutar modula izračunavanja troškova.

4.4. Analiza troška po stavkama i parametrima

Klikom na izbornik *Analysis* u prozoru *Machine Data input* sustav otvara prozor *Variable Analysis* (prikazan na slici 4). Postoje dva načina postupanja pri varijabilnoj analizi (jednosmjerna i dvosmjerna) koji se mogu jednostavno odabrati klikom u okviru *Analysis way*.



Slika 4. Prozor za izračunavanje troškovnih stavki i parametara

4.4.1. Metoda jednosmjerne analize

Jednosmjerna analiza aktivira samo okvir glavnoga troška. U okviru stavka troška moguće je odabrati jednu njegovu varijablu, te je potrebno odrediti gornju granicu, donju granicu i broj točaka analize. Na primjer, nakon što se odabere cijena stroja određuju se:

- *Lower bound* (donja granica): 75 000
- *Upper bound* (gornja granica): 135 000
- *Points of analysis* (broj analiziranih točaka): 8.

Kao što je vidljivo iz tabličnoga prikaza u prozoru, završni rezultati raščlambe prikazuju raspon troškova stroja s obzirom na različite cijene strojeva, unutar postavljenih granica.

4.4.2. Metoda dvosmjerne analize

Dvosmjerna raščlamba uključuje stavku glavnoga troška i sve stavke vezane uz glavni trošak koje su definirane određenom donjom i gornjom granicom. Klikom na dvosmjernu analizu aktivirat će se stavka glavnoga troška i sve stavke vezane uz glavni trošak. Nakon što se odaberu dvije ključne stavke i odgovarajuće granice, rezultati pokazuju raspon troškova stroja unutar određenih granica.

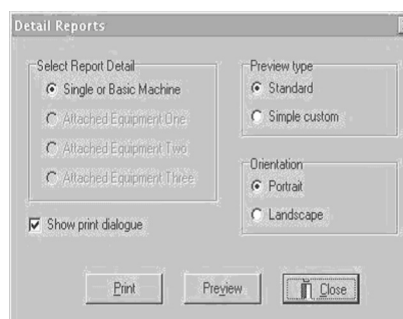
4.4.3. Prikaz rezultata analize

Kao što je vidljivo na slici 4, dobiveni rezultati analize mogu biti prikazani tablično i grafički. Kod tabličnoga prikaza rezultate je moguće spremati u bazu podataka u obliku tablice, a moguće ih je i ispisati. Kod grafičkoga prikaza korisnici mogu jednostavno promijeniti tip grafičkoga prikaza klikom na odgovarajuću tipku, kao što je prikazano u dizajnu prozora.

4.5. Izvještaj o trošku stroja

Izvještaj o troškovima stroja također je moguće ispisati. Klik na izbornik *Report* otvara prozor s izvještajem, kao što je prikazano na slici 5.

U ovom prozoru korisnici odabiru jednu od ponuđenih stavki i ispisuju njezine rezultate. Završni



Slika 5. Prozor s izvještajem o rezultatima izračuna troškova stroja

izvještaj o izračunu troškova stroja prikazan je na jednoj strani, a obuhvaćene su sljedeće stavke:

- 1) cijena stroja
- 2) veličina otpisne vrijednosti i shema pada vrijednosti
- 3) radno vrijeme
- 4) podaci o potrošnji i jedinična cijena
- 5) troškovi – uključuju fiksne i promjenjive troškove
- 6) ukupan godišnji trošak
- 7) troškovi po satima rada stroja.

5. Rasprava i zaključak

Grafička programska podrška za izračunavanje troškova rada strojeva za pridobivanje drva može se primijeniti samostalno radi određivanja odabira prijevoza i pridobivanja drva, ili može raditi zajedno s GPHMO-ovom programskom podrškom za ostvarivanje najboljega sustava pridobivanja drva.

Model je moguće koristiti u različitim državama i u različitim uvjetima. Grafičko sučelje omogućuje

korisnicima jednostavno unošenje podataka i osmišljavanje završnih izvještaja o troškovima stroja za pridobivanje drva na razini poduzeća za pridobivanje drva.

Model je temeljen na metodi izračunavanja troškova te ga je moguće primijeniti na različite tipove šumarskih strojeva i pripadajuće opreme. Tako je, primjerice, moguće model primijeniti i na sustav privlačenja drva po tlu i sustav privlačenja drva žičarom.

Satni se trošak stroja izračunava s obzirom na specifične uvjete koji vladaju tijekom radnji koje obavlja stroj. Opcije učinkovitosti stroja za pridobivanje drva moraju biti temeljene na stupnju sličnosti sa strojevima za pridobivanje drva s obzirom na njihovu proizvodnost.

7. Literatura

John A. White et al., 1977: Principles of Engineering Economic Analysis. By John Wiley & Sons, Inc.

User's Guide, Borland Delphi for Window 95 & Windows NT. Borland International, Inc., 100 Borland Way.

Adresa autora:

Esko Mikkonen
Department of Forest Resource Management
P.O. Box 24 (Unioninkatu 24)
00014 – University of Helsinki
FINLAND
e-mail: Esko.Mikkonen@helsinki.fi

Zhangren Lan
Department of Forest Resource Management
P.O. Box 24 (Unioninkatu 24)
00014 – University of Helsinki
FINLAND
e-mail: Zlan@silvia.helsinki.fi

Studij rada – je li to zaboravljena znanstvena grana u šumarstvu?

Boštjan Košir

Sažetak

U radu se raspravlja o stanju studija rada kao primijenjene znanstvene grane današnjega šumarstva u odnosu na tranzicijske prilike u Sloveniji. Rezultat je studija rada pojednostavljenje obavljanja poslova vidljivo u skraćivanju normiranih vremena, poboljšanju korištenja radnoga vremena i smanjivanju troškova po jedinici proizvodnje. Normirana vremena omogućuju usporedbu različitih postupaka i međunarodne usporedbe koje, nažalost, nisu povoljne za slovensko šumarstvo. Relativno niska proizvodnost uzrok je visokoj cijeni proizvodnje, što znači da će šumsko poduzeće biti za vlasnika uspješno samo u slučajevima postizanja tzv. pozitivne cijene »drva na panju« (drone zalihe), što je moguće tek odabirom i prodajom najkvalitetnijega drva. Proredne sastojine i radne jedinice s malom koncentracijom sječivoga drva nisu zanimljive te se njihovo iskorištavanje izbjegava. To je mnogo važnije u privatnim šumama u kojima su volja i potrebe privatnoga vlasnika prednosne. Današnja praksa utvrđivanja ulaznih varijabli za normirana vremena u Sloveniji ne odgovara teoriji radne organizacije i studiju rada. U vrijeme kada šumska poduzeća i privatni vlasnici rade u nestabilnim i nepredvidivim uvjetima, primjenjivo je pojednostavljeno pravilo: uštede koje izlaze iz mjera upravljanja veće su od ušteda koje izlaze iz poboljšanja proizvodnje. Različite aktivnosti upravljanja vezane uz prodaju, tržište, uključenost politike, različite institucije itd. mnogo su važnije od razmišljanja o poboljšanju proizvodnje. Može se pretpostaviti da je optimalna strategija kao zbroj uspjeha djelatnosti upravljanja (značajna) i poboljšanja u proizvodnji (približno nula) ili sa svojim posljeticom optimalna strategija približno jednaka uspjehu upravljačkih aktivnosti. To je pravilo dokazano i činjenicom da od 1990. godine šumska poduzeća ne podržavaju projekte i druge djelatnosti na polju studija rada. Bolju suradnju između šumskih poduzeća i istraživačkih skupina treba očekivati tek kada gospodarska i politička situacija postane stabilna i kada obje strane sustava budu u dinamičkoj ravnoteži, tj. kada budu podjednake. Onda će optimalna strategija biti zbroj uspjeha postignutih upravljačkim djelatnostima i unapređenjem proizvodnje pomoću studija rada. Mnogi su načini prevladavanja trenutne situacije, a neki su od njih obrađeni u ovom radu.

ključne riječi: organizacija rada, studij rada, tranzicija, Slovenija

1. Uvod

Studij je rada znanstvena grana koja se razvila proučavanjem radnih procesa radi pojednostavljenja radnih postupaka. Temelji se na pretpostavki da je vrijeme novac; vrijeme je postalo jedan od parametara industrijalizacije i razvoja postupaka, uključujući i šumarstvo. Problem kojim se bavi studij rada jest kako što bolje iskoristiti radno vrijeme i kako pojednostaviti postojeće radnje na način da se u odnosu na uloženu energiju, materijal i informacije dobije najveći učinak. Studij se rada u šumarstvu javlja početkom stoljeća, a poslije su u mnogim zemljama

utemeljeni posebni istraživački timovi koji su se bavili tim problemom (Sundberg i Silversides 1988). Postupno se ovo područje istraživanja podijelilo na radno vrijeme, studij metoda rada i plaćanje.

Istraživačke djelatnosti u području šumarskih tehnika i postupaka uključuju studij rada i, posebice, mjerenje vremena. Ta su istraživanja djelomično uključena u postdiplomski studij. U Sloveniji nikada nisu postojali stručnjaci koji bi se bavili isključivo studijem rada. Ipak, već dulje vrijeme uspijevamo zadovoljiti potrebe šumskoga inženjerstva za preciznim studijem vremena. S druge strane, normirana vremena (tzv. norme) rada na uzgoju ili zaštiti šuma

uvijek su bila statistička ili bi se temeljila na iskustvu. Zaostajanje u praćenju i promjenama postojećih normiranih vremena na znanstvenim temeljima uzrokovano je prekidom normalnoga tehnološkoga razvoja. Uvijek bi se našao način da se već postojeća, a ponekad i netočna normirna vremena primijene u praksi. Točna normirna vremena mogu poslužiti na različite načine i imaju mnogo namjena, stoga bi se trebala ponovno upotrebljavati.

2. Razvoj

Razvitak studija rada kao znanstvene grane usko je povezan s mjerenjem vremena, metodološkim studijima i načinima plaćanja. Tijekom desetljeća uključivanje drugih znanstvenih grana pridonijelo je kvalitativnomu razvitku studija rada. Mjerenje rada normiranim postupcima više nije znanstveni izazov (Košir 1996), ali to ne znači da studij rada više ne pripada vrhu profesionalne specijalizacije u šumarstvu.

Najveći problem u ovom području jest usporedivost rezultata studija rada koje su vođene i izrađene prema različitim pristupima državnih ustanova. Svjedoci smo zalaganja za normaciju međunarodnoga nazivlja studija rada, podjele kalendarskoga vremena i postupaka mjerenja (Bjorheden i Thompson 1995, Košir 1996). Studij rada ostaje ogranak struke koji zaslužuje pozornost i u budućnosti – baš kao i proračun troškova koji također nije usporediv između različitih zemalja.

Svaki novi postupak, novi stroj ili oblik organizacije rada ima svoje posljedice u praksi – na radnika koji je najčešće plaćen po jedinici proizvoda, na poslodavca zbog različitih troškova proizvedene jedinice, na šumoposjednika koji dobiva veću ili manju rentu. Država također treba o tome voditi računa, ne samo zato što je i najveći šumoposjednik već i zbog dobrobiti svojih građana. Nije svejedno kolika je satna proizvodnost – cilj je studija rada pojednostavljenje radnih postupaka, bolja organizacija i, konačno, niži troškovi po jedinici proizvoda.

S vremenom su se razvili prilično precizni postupci metodoloških studija, studija vremena i procjene rada, koji su zapravo sredstva profesionalnih istraživačkih timova u okvirima različitih istraživačkih projekata. Pri tome se koristi sva raspoloživa oprema vrhunske tehnike poput prenosivih računala, videa i ostale prikladne opreme. Rad na pojedinom studiju može potrajati i nekoliko mjeseci ili više ako uključuje opsežan terenski rad i ako ovisi o ograničenjima sustava proizvodnje te zahtijevanoj točnosti. Ovaj proces uključuje stručnjake za studij vremena jer je njegova jednostavnost varljiva i puna skrivenih zamki.

Metode studija vremena i metodoloških studija znanstveni su pristup organizaciji rada. Točno određeni postupci pomažu nam da steknemo uvid u radne postupke, te da ih izmjerimo i donesemo ispravne zaključke. Pristup je okrunjen sintezom radi postizanja određenih minimalnih ciljeva i ocjene pojednostavljenja. Pri izvođenju studija rada svakako bi trebalo ustrojiti kvalitetan stručni kadar, jer profesionalci će se bolje snaći u još neustaljenim, ili posve novim i manje poznatim radnim postupcima. Pri vođenju takvih studija uvijek su potrebne promjene radi pretvorbe postupka manje dobrote u djelotvorniji rad. Iskusi istraživači koji su dobro upoznati s proizvodnim postupcima u šumarstvu, uvjet su uspjeha. Studij rada danas uključuje više znanstvenih grana te postoji potreba suradnje stručnjaka različitih struka unutar radne skupine. Mjerenja nisu jeftina, ali trošak se ubrzo isplati.

3. Sadašnjost

Brojni slučajevi pokazuju izrazito neprimjeren stav prema studiju rada, ali usprkos tomu na Šumarskom odsjeku Biotehničkoga fakulteta u Ljubljani već se tridesetak godina održavaju predavanja. Na postdiplomskoj razini studij rada ima istaknuto mjesto zbog studenata koji žele proširiti svoje znanje o šumskom inženjerstvu, organizaciji rada i ekonomici. Prema Zakonu o šumama normirana vremena šumskih poslova trebao bi pripremiti Šumarski institut Slovenije. Unatoč tomu, ako se želi timove profesionalaca, organizirani studij rada još uvijek nije započeo. U posljednjih nekoliko godina ni jedan izvorni znanstveni rad nije rađen radi određivanja normiranih vremena. Za to postoje brojni izgovori te se danas još uvijek službeno koriste prilično zastarjela normirna vremena, a k tomu još nedostaje i studij vremena za nove strojeve i ostale promjene u šumskim poslovima.

Još se ne nazire trodijelni sustav prihvaćanja novih norma odnosno normiranih vremena koja se upotrebljavaju u državnim šumama (Košir i dr. 1992). Postojeća je normirna vremena odredilo Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i prehrane, no ona su zastarjela te su stoga i netočna, ali još uvijek najbolji pokazatelj proizvodnih vremena pri raznim šumskim radovima. Norme su za sječu stare preko 20 godina; sličan problem nalazimo i kod privlačenja drva traktorima. Normirna vremena za spuštanje drva nizbrdo žičarama i ne postoje, a ostala normirna vremena zahtijevaju provjeru putem studija, jer je mnogo postupaka i opreme već podleglo manjim promjenama.

Komu je dakle u interesu poboljšanje normiranih vremena i njihova prikladna primjena? Čini se nikomu! Najvažnije ulaze u normirna vremena određuju

stručnjaci koji ne ovise o točnosti njihove primjene ni o uspjehu šumske proizvodnje. Većini nedostaje i praktičnoga iskustva jer su zaposleni u Javnoj šumarskoj službi (nastavno JŠS) koja obavlja još mnogo drugih poslova. Točnost normiranih vremena nije pitanje koje ti stručnjaci postavljaju – njima je važnije koliko je teško pronaći neke nove ulaze. Neobično je, ali istinito da državni ured koji upravlja državnim šumama očito ne želi znati normalnu količinu proizvodnje i normalne troškove. S druge strane, čudi i što se trgovačke udruge i poslodavci mire s takvom praksom unatoč činjenici da su postojeća normirna vremena mjerilo normalnoga rada prema međusobnim obostranim ugovorima. U gomili nedovoljno određenih odnosa manjkava normirna vremena očito nisu najveći problem jer nitko nema ozbiljnijih prigovora.

Normirna vremena također omogućavaju međunarodne usporedbe šumskih poslova u različitim uvjetima i proizvodnost različitih načina rada. Otvoreno tržište u Europskoj zajednici i susjednim zemljama pridonosi važnosti ovakvih razgloba, ali u ovom trenutku nikome nije stalo što su rezultati usporedaba prilično nepovoljni za slovenska šumarska poduzeća (Košir 1997). Relativno niska proizvodnost uzrokuje visoke troškove proizvodnje, što znači da će šumarska poduzeća s vremenom upravljati proizvodnjom samo ako postignu tzv. pozitivnu cijenu drva na panju za šumoposjednika, birajući i prodajući najkvalitetnije drvo. Prorede i radne jedinice s niskim udjelom tržišnoga drva pritom neće biti zanimljivi te će operacije izostati. To nije toliko čest slučaj u državnim šumama koje su pod jačim utjecajem JŠS-a koliko u privatnima gdje odluke donosi sam vlasnik.

Dnevna proizvodnost pri sječi motornom pilom iznosi oko 2 m³/h (četinjače, sitno drvo) ili 0,5 h/m³ u razvijenim zemljama. Ta troškovno negativna razlika slovenske i srednjoeuropske proizvodnosti za etat u slovenskim državnim šumama iznosi oko 500 milijuna SIT. Ako se uzmu u razmatranje neki drugi napredniji postupci sječe i izradbe, razlika bi postala još većom. Postoji još jedan primjer: ako se proračun za sječu odredi prosječno samo 5 % previsokim, to bi značilo razliku u troškovima sječe od oko 80 milijuna SIT, što je visok iznos u usporedbi s godišnjom svotom za program istraživanja u šumarstvu (koji ne uključuje studij rada). I koga sad još nije briga za provjeru i praćenje normiranih vremena?

Praksa određivanja ulaza u normirnim vremenima u opreci je s racionalnim razmišljanjem, postupcima poznatima iz prošlosti te s inozemnom praksom. Ta praksa također ne odgovara teoriji organizacije rada i studija rada. U osamdesetima je praksa bila potpuno drugačija. Ulaze u normirna vremena šumarski su inženjeri i tehničari koji su se bavili proizvodnjom

odredili kao dio plana izvođenja radova. Nadziranjem radova uvijek je bila dostupna i povratna informacija i međudjelovanje između stvarnih radnji i ljudi koji su planirali izvedbu radova. Za neke državne šume čak su napravljeni tehnički zemljovidi na temelju razredbe terena. Neki od njih bili su dovoljno točni da pomognu pri sastavljanju ulaza za sječne jedinice, čak i bez terenskoga rada. Kada bi se potkrale grješke, one su brzo ispravljene, jer su šumarski inženjeri bili u stalnoj vezi s upravom šumskih poduzeća i s radnicima u šumskoj proizvodnji. U današnje vrijeme problem predstavlja nedostatak povratnih informacija o stvarnoj primjeni normiranih vremena, potrebnih šumarskim inženjerima zaposlenima u JŠS-u. Kako će dakle šumarnici, osobito mlađi, razvijati potrebno znanje ako nisu upoznati s rezultatima svojih napora?

U industrijskom svijetu normirna vremena nisu nekakav običaj ili pravila ponašanja koja bi se tu i tamo smjela prekršiti, već ona potječu iz uvažениh rezultata njihove primjene na poslodavce, zaposlenike i državu. Kada započinje primjena novih normiranih vremena, na prvom je mjestu interes poslodavca i zaposlenika. Država intervenira samo u slučaju težih sukoba između navedenih strana. Glavno je pravilo da onaj komu trebaju normirna vremena mora biti odgovoran za njihovu pravilnu primjenu i nadzor rezultata. Država bi trebala brinuti o pravdi u praksi. Neusklađenost državnih i internih normiranih vremena nekoga poduzeća ne bi se smjela osjetno povećati. Svaka strana drugačije vidi normirna vremena i njihove su primjedbe razumljive; potrebna zrelost postiže se sviješću da ni jedna strana ne može varati drugu sve vrijeme. Iz takvih je razloga važno da se normirna vremena istražuju neovisno.

U sadašnjoj ekonomskoj i političkoj situaciji poduzeća mogu preživjeti na više načina, s raznim izgledima u bližoj budućnosti. Budući da su šumarska poduzeća ugrožena ne samo međusobnom konkurencijom nego i nepredvidivim potezima šumarske politike, sljedeća bi jednadžba mogla biti prihvaćena:

uštede zahvaljujući mjerama uprave ⇒ uštede zbog poboljšanja proizvodnje.

Položaj poduzeća koje se bori za opstanak u potpunosti ovisi o postupcima njegova menadžmenta, poput lobiranja, aktivnoga rada u političkim strankama, sudskim sporovima i slično. Takvi potezi pri upravljanju poduzećem mnogo su važniji nego stvarni razvoj u tehnološkom smislu. Veća proizvodnost zahtijeva znatno ulaganje u znanje i opremu, što naravno povlači i određene rizike. Šumarska su poduzeća spremnija investirati u strojeve nego u ljude, pa čak i u neke prijeporne studije radnih postupaka. Naglasak je na trenutačnoj proizvodnosti i manje briga o

budućnosti. Udio tehničkoga razvoja u uspjehu poduzeća skroman je ako ga usporedimo s aktivnostima menadžmenta. U svezi s izloženim može se izvesti ova jednadžbe:

optimalna strategija = uspjeh menadžerskih aktivnosti + poboljšanja proizvodnje (približno nula)

i odatle

optimalna strategija ⇒ uspjeh menadžerskih aktivnosti.

Među ostalim posljedica je ove jednadžbe činjenica da od 1990. godine šumarska poduzeća nisu financirala projekte i druge aktivnosti u studij rada. Tek je nekoliko provelo takve studije na svoju ruku i za svoje potrebe. U potrazi za unutarnjim zalihama ona su smanjila broj radnika u proizvodnji i administraciji, u zemljopisnom restrukturiranju funkcionalnih jedinica i njihovu premještanju, dok je proizvodni postupak ostao nepromijenjen. Poštenje u pregovorima sa šumoposjednicima oko cijene drva na panju, lobiranje i marketing pridonose većoj ekonomskoj stabilnosti nego ulaganje u istraživački rad, čiji se rezultati moraju čekati i koji su nesigurni, a uzevši u obzir mogućnosti istraživačkih timova, često su ograničeni u praktičnoj uporabi. Mnogo puta rezultati razvijaju što bi moglo biti, bez pronalaženja puta cilju. Veća spremnost na suradnju između istraživačkih timova i šumskih poduzeća može se očekivati tek kad se ekonomska i politička situacija stabilizira do stupnja kada će obje strane u gore navedenoj jednadžbi biti u dinamičnoj ravnoteži. U šumarstvu će se to dogoditi kada bude poznata približna tržišna vrijednost svakoga šumskoga poduzeća. Nastojanje širenja samostalnoga tržišnoga sudjelovanja prenositi će na posebno polje rada u privatnim šumama, jednako kao suvremeni tehnološki razvoj, jer je:

optimalna strategija = uspjeh menadžerskih djelatnosti + poboljšanje proizvodnje.

Pojavljuju se naznake za potrebom uspostavljanja suradnje između istraživačkih institucija i šumarskih poduzeća, premda su još preslabe da bi se o toj obnovi moglo govoriti s optimizmom. Preduboko smo u fazi tranzicije, koja mnogima nudi nove mogućnosti za bolji život, ali ih i prisiljava na beskompromisnu borbu za položaje. Danas to vrijedi za pojedince i poduzeća, ali u budućnosti isto očekuje državu u društvu mnogo jačih saveznika.

4. Sutrašnjica

Zakon je o šumama podijelio nedjeljivo – *planiranje i izvedbu*, a posljedice će biti dalekosežne jer se odnosi između šumoposjednika, JŠS-a, uprave javnih šuma i privatnih poduzeća raščističavaju presporo. Zajedničkom akcijom ti bi se više-manje normalni proble-

mi mogli prebroditi. Ne bismo smjeli dopustiti da vrijedne spoznaje napuste naše šumarstvo. Postoje brojni načini da se poboljša sadašnje stanje. Ovo su neki od njih:

- Ministarstvo bi trebalo podržati studij rada na Šumarskom institutu Slovenije trajno financirajući barem jednoga specijalista. Također bi trebalo poticati studije koji bi uključivali ergonometriju, sigurnost na radu, ekonomiju i postupke koji ne štete okolišu.
- Radna skupina za normirna vremena pri Šumarskom institutu Slovenije trebala bi se reorganizirati, ako im se dodijele važniji zadaci koji zahtijevaju posebnu odgovornost. Prvi bi zadatak trebao biti uspostavljanje sustava RPP-a – *razvitak, prihvaćanje, pridruživanje* (engl. DAA – *development, accepting, accompanying*) (Košir i dr. 1992).
- Sustav RPP-a prihvaća nova normirna vremena koje je izradilo Ministarstvo, u što kraćem roku nakon predanoga zahtjeva.
- Radna skupina za normirna vremena trebala bi davati prednost obnavljanju normiranih vremena i provjernim studijima pri raspolaganju novcem i vremenom.
- Radna skupina za normirna vremena uvijek treba biti obaviještena o rezultatima praćenja primjene normiranih vremena te o možebitnim poteškoćama, grješcima i sl.
- Državni šumski ured u svoje bi djelatnosti trebao uključiti nadzor i provjeravanje ispravne primjene normiranih vremena u planiranju postupaka. Bilo bi normalno da se financiraju potrebni studiji provjere.
- Trgovačka bi udruženja također trebala posvetiti više pozornosti rezultatima radnih studija i normalnoj primjeni normiranih vremena pri procjeni rada i plaćanju. Od najveće bi važnosti trebala biti sigurnost na radu i ergonomija.
- Javna šumska služba trebala bi se također baviti studijem rada. Ova organizacija pokriva čitavu državu dobrim sustavom informacija i dobrim osobljem. Bila bi šteta ne iskoristiti taj potencijal.

Velik su potencijal, poput zbijene opruge, šumska poduzeća. Ekonomija uvijek postupa racionalno, suđeci prema trenutnim prvenstvima i nužnostima. Nikoga se ne može prisiliti da postupa racionalno i da nesebično ulaže u znanje na dulje vrijeme bez jamstva o brzom dobrobiti. Menadžerski timovi u šumskim poduzećima još nisu prošli na testu pred vijećima njihovih dioničara. Oni će upravljati budućnošću svakoga šumarskoga poduzeća, kolebajući se u interesima između suradnje s poduzećem i s is-

traživačkim timovima, ovisno o trenutačnim potrebama. Bilo bi lijepo kada bi se poduzeća udružila kao partneri u uspostavljanju novoga pristupa studiju rada. Mnoga od njih pažljivo nadziru svoju proizvodnost i primjenu internih normiranih vremena, ali to sa stajališta studija rada nije dovoljno. Jedini pravi način da se radni postupci pojednostave jest vođenje detaljnoga studija vremena na radnom mjestu i njihovo uspoređivanje s već postojećim normiranim vremenima koja se koriste u državnim šumama. Razlike bi motivirale poduzetnike da postignu veću proizvodnost, a Ured šumske službe da provjerava i mijenja postojeća normirna vremena. Gdje završava taj krug? Čini se nigdje i nikada, jer navedeno stoji u opreci s temeljnim elementima istraživanja boljih postupaka i načina rada. Ipak, ova događanja slute na razvitak koji ne računa na zavaravanje protivnika, nego, ponajprije, na poboljšanje proizvodnje.

5. Zaključak

Uporaba normiranih vremena ostaje važnim dijelom šumarske struke koji ima ekonomske posljedice na državne šume, šumoposjednike, šumarnike i šumska poduzeća. Ispravna normirna vremena trebala bi poslužiti kao putokaz različitim skupinama subjekata šumskih djelatnosti, jer su one mjerilo normalnoga rada. Sadašnje stanje u šumarstvu ne ide u prilog potrebama za točnijim normiranim vremenima i njihovoj primjeni, jer je ekonomski učinak lakše postići lobiranjem, špekulacijom i slično. Trenutačno nedostaje poticajnosti za novim studijima rada, pa čak i studijima provjere radnih postupaka u šumarstvu. Jedino se time može objasniti činjenica da se za najuobičajenije poslove u šumarstvu još uvijek koriste

zastarjela normirna vremena, a za neke radove ona i ne postoje. Ne može se očekivati da će šumarska poduzeća pokazati spremnost za financiranje opsežnih projekata studija rada. Odgovornost za uspostavu ravnomjernoga financiranja istraživačkih timova leži na Uredu šumske službe. Novi val studija koji se očekuje sljedećih godina trebao bi uključiti ergonomiju, ekonomiju radnih postupaka, sigurnost na radu i ekološke posljedice šumskoga rada.

6. Literatura

- Bjorheden, R., 1991: Basic Time Concepts for International Comparisons of Time Study Reports. *Journal of Forest Engineering*, 2(2): 33–39.
- Bjorheden, R., Thompson, M. A., 1995: An International Nomenclature for Forest Work Study. Report of working group, IUFRO S3.04.02, Garpenberg, Fredericton, 16 str.
- Košir, B., Medved, M., Dobre, A., Žgajnar, L., Bitenc, B., 1992: Uporaba časovnih normativov v gozdarstvu republike Slovenije od l. 1985 do l. 1990. Strokovna in znanstvena dela, IGLG, No. 110, 60 str.
- Košir, B., 1996: Organizacija gozdarskih del. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Dep. of Forestry and Forest Resources, 2nd edition, Ljubljana, 223 str.
- Košir, B., 1997: Pridobivanje lesa. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Dep. of Forestry and Forest Resources, Ljubljana, 330 str.
- Sundberg, U., Silversides, C. R., 1988: Operational Efficiency in Forestry – Volume 1: Analysis. Kluwer Academic Publishers – Forest Sciences, Dodrecht/Boston/Lancaster, str. 1–219.
- ... 1993. Zakon o gozdovih. Ur. L. R. Slovenije, 30/1993, Ljubljana, str. 1677–1691.

Adresa autora:

Boštjan Košir
Biotehniška fakulteta
Univerza v Ljubljani
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Večna pot 83
1001 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: bostjan.kosir@bf.uni-lj.si

Niskocijeno iskorištavanje na malim šumoposjedima u Japanu

Hideo Sakai

Sažetak

Šumarstvo je u Japanu suočeno s nekoliko vrlo ozbiljnih problema: približno je polovica padina strmija od 25 stupnjeva, mlade šume četinjača mlađe od 50 godina prekrivaju oko četvrtinu zemljišta, dok male zasebne šume zauzimaju otprilike 60 % ukupnoga pošumljenoga područja. Postoji samo nekoliko vlasnika velikih šumskih cjelina. Takve značajke otežavaju izgradnju prometnica vrhunske kakvoće. Različiti tipovi malih šumskih vozila i uske šumske vlake (uže od 3 m) igraju važnu ulogu kod malih šumoposjednika u Japanu. Prije desetak godina nekolicina je radnika na forvarderu razvila način vješanja kolotura kroz koje je prolazilo uže za privlačenje trupaca iz proreda, od vitla do kraka dizalice. Ta je inovacija potaknula razvoj domaće, malene i mobilne žičare, koja je prilagođena japanskim radnim uvjetima. Prenosiva se žičara s užetom duljine 200 m ugrađuje na miniforvardere s četiri ili šest kotača i motorom snage 44 kW (60 KS). Opremljena je hidrauličnim vitlom koje prenosi zakretni moment između vučnoga i glavnoga bubnja, što omogućuje manje i snažnije mobilne žičare. Široka je samo 1500 mm te se može kretati i šumskim putovima širine od samo 2 m. Troškove privlačenja u ovisnosti o udaljenosti [$f(L)$, jen/ m^3] moguće je izračunati pomoću jednadžbe $f(L) = 7,21 L + 2130/L + 377$, gdje je L (m) najveća duljina privlačenja. Iako cijena izgradnje ceste iznosi 15 000 jen/m, ukupan je trošak moguće smanjiti na samo 1576 jen/ m^3 , s gustoćom prometnica od 105 m/ha odnosno $L = 83$ m. Gusta mreža prometnica, makar i lošije kakvoće, omogućuje česte ulaske u šumu i nezinu odgovarajuću proredu, što utječe na razvoj sastojine i prizemnoga rašća te ima značajan utjecaj na zaštitu okoliša.

Ključne riječi: malošumski posjedi, trošak pridobivanja drva, forvarder, mobilna žičara, mreža šumskih prometnica

1. Uvod

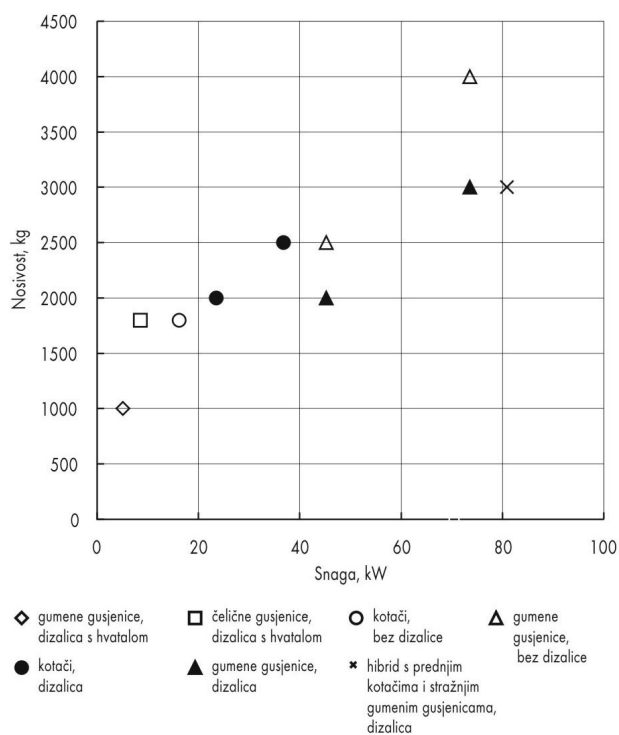
67 % je zemljišta u Japanu pošumljeno, a iz mnogobrojnih je razloga šumarstvo suočeno s mnogim teškoćama i ozbiljnim problemima. (1) Padine su strme, a približno je polovica strmija od 25°. (2) Sadnja je četinjača započeta u 50-im godinama dvadesetoga stoljeća te sada četinjače mlađe od 50 godina zauzimaju približno četvrtinu ukupnoga šumišta. Tijekom 70-ih godina prošloga stoljeća u tim je sastojinama bilo nužno provesti prorede. (3) Pojedinačne zasebne šume čine približno 60 % ukupne površine šuma, dok postoji samo nekoliko vlasnika velikih šumskih kompleksa. Te činjenice znatno otežavaju razvoj šumske mehanizacije i izgradnju visokokvalitetnih prometnica. Prije dvadesetak se godina još često moglo vidjeti privlačenje drva saonicama ili uz pomoć životinja. U današnjem japanskom šumarstvu važnu ulogu, iako manjih razmjera, igraju različiti tipovi

malih šumskih vozila i uske šumske vlake čija širina često ne prelazi 3 m.

U ovom je radu prikazano stanje malih šumskih vozila u Japanu, te su raščlanjeni troškovi pridobivanja drva pomoću male domaće mobilne žičare.

2. Vozila za malošumske posjede

U 70-im godinama dvadesetoga stoljeća na malošumskim su posjedima razvijeni i korišteni različiti tipovi malih šumskih strojeva, uključujući i sustave jednotačnih željeznica i »cik-cak« jednožičnih sustava žičara. Slika 1 prikazuje odnose između snage motora i nosivosti japanskih forvardera. Najmanji je forvarder snage motora 5 kW (7 KS) i širine 1,2 m, s ugrađenim gumenim gusjenicama. Vlasnici manjih šuma kupuju forvardere čija snaga motora ne prelazi 7 kW (10 KS). Forvarderi snage motora od 22 do 59 kW (30 – 80 KS) i



Slika 1. Odnosi između snage motora i nosivosti japanskih forvardera

nosivosti 2000 – 2500 kg popularni su među članovima udruge vlasnika šuma. Dizalice imaju važnu ulogu na takvim vozilima jer znatno olakšavaju utovar. Odnedavno su postali popularni forvarderi s gumenim gusjenicama, snage motora od 74 kW (100 KS). Neki od njih nisu opremljeni dizalicama za utovar jer se koriste u kombinaciji sa strojevima za utovar trupaca. Predstavljen je i hibridni tip forvardera širok 1,85 m, koji na prednjem kraju ima kotače, a na stražnjem gumene gusjenice. Stražnje gumene gusjenice smanjuju pritisak na tlo koji uzrokuju teški tovari te dijelom izravnavaju površinu tla koju narušavaju prednji kotači svojim kolotrazima. Strojevi su dovoljno uski da mogu prolaziti šumskim putovima od samo 3 m širine. U tablici 1 prikazani su odnosi između širina cesta i strojeva koji se koriste u Japanu.

Za prorede je razvijen stroj snage 55 kW (75 KS), širok 1,88 m. S obzirom na to da uobičajeno upotrebljavani strojevi iste veličine imaju snagu od približno 41 kW (56 KS), može se reći da je ovaj stroj opremljen sa snažnim motorom koji proizvodi dovoljno hidraulične snage za kresanje grana.

3. Troškovna analiza prevoza žičare

Privlačenje je drva žičarom tradicionalno dobro razvijeno u Japanu. Način vješanja kolotura kroz koje je prolazilo uže od vitla do kraka dizalice, za privla-

Tablica 1. Odnosi između širina cesta i strojeva koji se koriste u Japanu

Širina ceste	Širina vozila	Primjer tipa vozila	Bilješka
m			
1,5	1,2	gumeni kotači	
2	1,26	trokotačno	
2,3	1,4	četiri ili šest kotača	
2,5	1,85	hibrid s prednjim kotačima i stražnjim gumenim gusjenicama	
	1,65	2-tonski kamion	gornji stroj ceste mora biti stabilan
2,7	2,3	stražnja kopalica / lopata - 0,28 m ³	
3,0	2,3	kotačni skider (zglobnik)	stablovna metoda
	2,4	gumene gusjenice	
	2,14	4-tonski kamion	polumjer zavoja mora biti velik
	2,5	stražnja kopalica od 0,50 m ³	

čenje trupaca iz proreda, razvila je nekolicina radnika na forvarderu prije desetak godina. Tako je promican razvoj malene domaće mobilne žičare koja je prilagođena japanskim uvjetima rada. Mobilna žičara s užetom duljine 200 m ugrađuje se na miniforwardere s četiri ili šest pogonjena kotača i motorom snage od 24 kW ili 44 kW (33 KS ili 60 KS). Opremljena je hidrauličnim vitlom koje prenosi zakretni moment između vučnoga bubnja i glavnoga bubnja, što omogućuje manje i snažnije mobilne žičare (Shishiuchi i dr. 1993). Žičara može vući teret do 1500 kg. Široka je samo 1500 mm te se može kretati i cestama širine samo 2 m.

Na temelju pokusa provedenoga tijekom proreda u 27-godišnjoj šumi kriptomerije (*Cryptomeria japonica*) može se izračunati trošak privlačenja ovom žičarom $f(L)$ (jen/m³), koristeći se jednadžbom

$$f(L) = 7,21 L + 2130/L + 377,$$

kao što je prikazano na slici 2, gdje je L (m) najveća duljina privlačenja (Sakai i dr. 1989). Pregled ključnih podataka prikazan je u tablici 2.

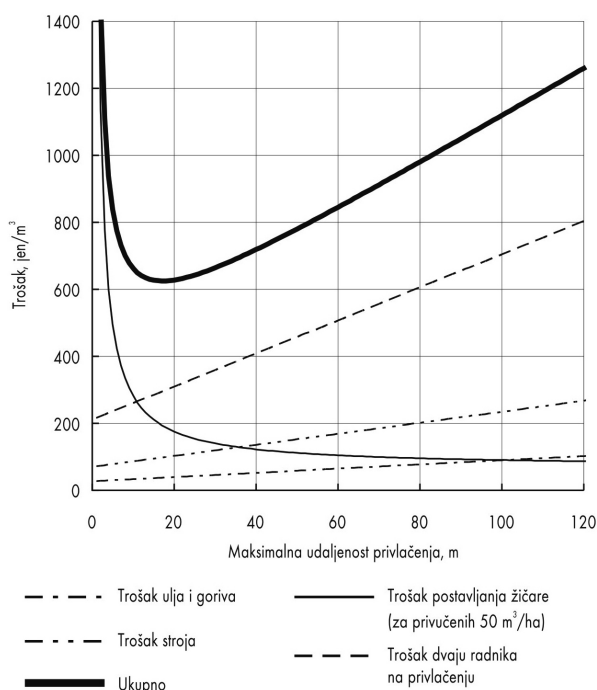
Prema trenutačnomu stanju cijena u Japanu godišnji se trošak održavanja prometnice procjenjuje na 0,4 % cijene njihove izgradnje. Gustoća se prometnice (m/ha) može izraziti preko najveće duljine privlačenja, L (m), kao $5000 \times k / L$, gdje je k faktor korekcije površine ceste (Dietz i dr. 1984). Ako se pretpostavi da je godišnji obujamni prirast sastojine v (m³/ha), trošak ceste (jen/m) može se računati kao

$$0,004 \times r \times 5000 \times k / (v \times L),$$

Tablica 2. Glavni podaci za troškovnu analizu

Cijena stroja M , jen	10 milijuna
Amortizacija i troškovi održavanja, jen/d	0,000 733 M
Cijena rada po radniku, jen/h	2000
Prosječni teret, m^3	0,3
Vrijeme jednoga ciklusa izvlačenja, s	$1,333 L + 57$
Postavljanje žičare, s	$7,5 L + 230$
Troškovi goriva i maziva, jen/ m^3	$0,63 L + 27$

L – najveća udaljenost privlačenja, m
1 USD = 100 – 110 jena

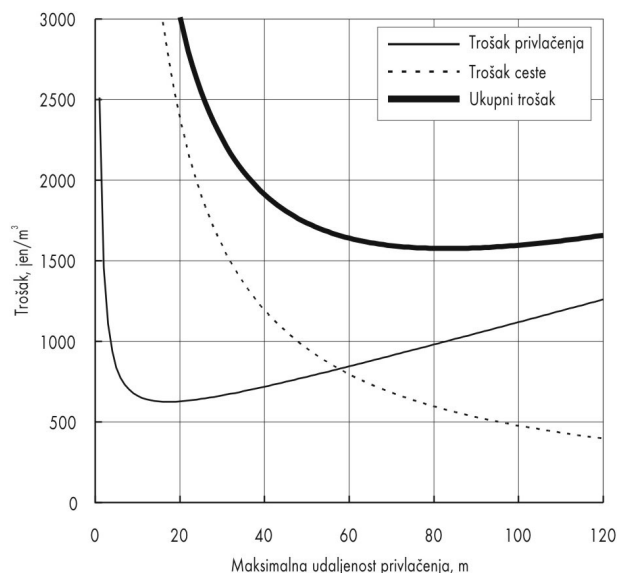
**Slika 2.** Trošak privlačenja mobilnom žičarom tijekom proreda

gdje je r cijena izgradnje ceste (jen/m). Ukupni se trošak (jen/ m^3) dobije tako da se gore spomenutoj $f(L)$ doda trošak ceste.

Iako trošak izgradnje cesta r iznosi 15 000 jen/m, ukupan trošak koji uključuje i trošak ceste moguće je smanjiti na 1576 jen/ m^3 , održavajući gustoću prometnica na 105 m/ha ili ograničavajući L na 83 m, gdje je $k = 1,75$, a $v = 11 m^3/ha$ (slika 3). Kao krajnji rezultat, kada je trošak izgradnje cesta nizak, moguće je ostvariti iznimno niske troškove privlačenja uz veliku gustoću prometnica.

4. Zaštita okoliša pri uporabi pokretnih žičara

Guste mreže šumskih prometnica slabe kakvoće omogućuju česte ulaske na šumska radilišta i odgo-

**Slika 3.** Ukupan trošak ceste i privlačenja

varajuće prorede, što ubrzava razvoj sastojine i njezina podrasta. Dobro prorijeđene šume ne samo da povećavaju prirast sastojine nego i isparavanje prorijeđenih stabala, što utječe na zadržavanje vode u šumskom tlu. Razvijen sloj prizemnoga rašća pak sprječava eroziju tla. Svi ti učinci pogoduju zaštiti okoliša.

Iako su ceste široke do 3 m i izgrađene s gustoćom od 100 m/ha, gubitak plodnoga tla iznosi približno 7 % na obroncima od 25 stupnjeva (Sakai i Kobayashi 1997).

5. Zaključci

Uvođenjem velikih strojeva nastoji se postići sniženje troškova privlačenja. Međutim, postoji i mogućnost uporabe manjih šumarskih strojeva velike djelotvornosti. U budućem radu nužno će se razviti najjednostavniji, najlakši i najsigurniji sustavi.

6. Literatura

- Dietz, P., Knigge, W., Loeffler, H., 1984: Walderschliessung. Paul Parey, Hamburg, 426 str.
- Sakai, H., Shishiuchi, M., Gotou, J., Tatsukawa, S., Oikawa, R., 1989: Developing new forestry vehicles with a prehauling function using a running skyline system (IV) Operational performance. Jpn Mtg. 100, str. 783–786 (na japanskom).
- Sakai, H., Kobayashi, H., 1997: Forest road construction and operation systems: Considering the environmental effect on steep terrain. Proc. IUFRO/FAO Seminar on Forest Operations in Himalayan Forests with Special Consideration of Ergonomic and Socio-Economic Problems, str. 38–42.

Sawaguchi, I., Ohkawabata, O., 1993: The efficient planning of the specifications of forest road systems (I) The decision of main roads specifications by means of a formula similar to Hack's law. J. Jpn. For. Soc., 75 (1): 16–23 (na japanskome sa sažetkom na engleskome).

Shishiuchi, M., Gotou, J., Sakai, H., Oikawa, R., 1993: Development of a small mobile tower yarder with an interlocked hydraulic winch which transfers torque between the haulback drum and the main drum. J. Jpn. For. Eng. Assoc., 8(1): 17–28 (na japanskome sa sažetkom na engleskome).

Adresa autora:

Hideo Sakai
University of Tokyo
Department of Forest Science
Tokyo 13-8657
JAPAN
e-mail: sakai@fr.a.u-tokyo.ac.jp

Metode pridobivanja drva na malim privatnim šumoposjedima u Sloveniji

Jurij Marenče

Sažetak

Na rascjepkanom privatnom šumskom posjedu sječe su manjih razmjera tako da je obujam drva po jedinici površine značajno manji nego u državnim šumama. Većina vlasnika šuma ima male površine te je stoga i razina mehanizacije na šumskim poslovima niska. Opseg šumarskih poslova uglavnom ovisi o veličini iskorištavanoga posjeda. Razina uporabe strojeva ima značajan utjecaj na cijenu rada. Traktori koji se rabe u poljodjelstvu uglavnom se rabe i za šumarske poslove. U ovom je radu pokazatelj radne djelotvornosti (k_g) omjer pokrivenosti troškova sječe i izvlačenja drva cijenom pridobivenoga drva na kamionskoj cesti. Bez obzira na vrstu uporabljenoga stroja kod malih šumskih posjeda (ispod 5 ha) k_g je manji od 1. Niska razina uporabe strojeva zahtijeva jednostavnije i jeftinije strojeve za izvlačenje drva. Poznato je da su u takvim slučajevima najjeftiniji mali kotačni traktori. Oni su, međutim, ograničeni u svojoj primjeni. Problem neisplativih šumskih radova koje obavljaju uglavnom sami šumovlasnici mogao bi se riješiti sklapanjem ugovora za takve poslove s torkama koje se bave šumarskim poslovima i koje bi radove obavile po nižoj cijeni. Budući da bi njihovi strojevi bili bolje iskorišteni, cijena sječe i izvlačenja drva bila bi manja i za vlasnike malih šumoposjeda.

Ključne riječi: mali šumoposjedi, šumski rad, privlačenje, učinkovitost

1. Uvod

Većina je slovenskih šuma u privatnom vlasništvu. Procjenjuje se da će po završetku denacionalizacije 80 % šuma biti u privatnom vlasništvu oko 300 000 posjednika.

Osim prevladavajućega privatnoga vlasništva njihova je značajka i mala površina. Većina malih šumskih posjeda manja je od 5 ha. 85,4 % malih posjeda pripada u taj razred i oni pokrivaju 38,6 % šumskih površina u privatnom vlasništvu (tablica 1).

Uz malu je površinu značajka šumskih posjeda njihova razlomljenost. Prosječna je veličina šumske čestice samo 0,82 ha, tako da ih prosječno svaki vlasnik posjeduje 3,8 (Winkler 1995).

Velika razlomljenost malih šumskih posjeda, razlike u stupnju opremljenosti i uvježbanosti šumoposjednika, te u prvom redu razlika u obujmu rada u odnosu na veličinu posjeda glavni su čimbenici koji obilježavaju izvođenje radova u slovenskim privatnim šumama.

2. Problem

Neka su dosadašnja istraživanja (Južnič 1990, Medved 1995) privatnih šuma pokazala da su motorne pile i traktori slabo iskorišteni u malim šumama zbog minimalnoga radnoga kapaciteta. S njima su vlasnici u svojim šumama radili samo nekoliko dana u godini. Sukladno tomu, probitačnost je rada u malim šumama upitna. To je osobito slučaj u malim, razlomljenim šumskim česticama.

Tablica 1. Privatne šume po veličini

Razredi šumskoga posjeda, ha	%	
	vlasnici	šumska površina
<4,9	85,4	38,6
5-14,9	11,7	34,9
15-29,9	2,3	16,3
>30	0,6	10,2
Ukupno	100,0	100,0

Glavni je cilj ovoga članka pokazati stupanj iskorištenosti opreme uporabljene na malim šumskim posjedima (razredi 1 – 4,9 ha) i probitačnost rada u takvim uvjetima.

3. Metode rada

Podaci o količini opreme uporabljene u šumama i seoskim gospodarstvima, kao i veličina posjeda dobiveni su od istraživanja provedenoga u Sloveniji 1995. (Winkler i Medved 1996). Tablica 2 pokazuje prosječnu veličinu šumskoga i poljoprivrednoga zemljišta različitih razreda šumskoga posjeda. S obzirom na te površine, odnosno određeni opseg poslova, izrađen je prikaz iskorištenosti strojeva i uspoređena cijena drva na šumskoj cesti i troškovi sječe i privlačenja. Za potrebe ovoga istraživanja postojala je zainteresiranost samo za šumske posjede u razredu 1 – 4,9 ha.

Tablica 2. Prosječne veličine šuma i seoskih gospodarstava

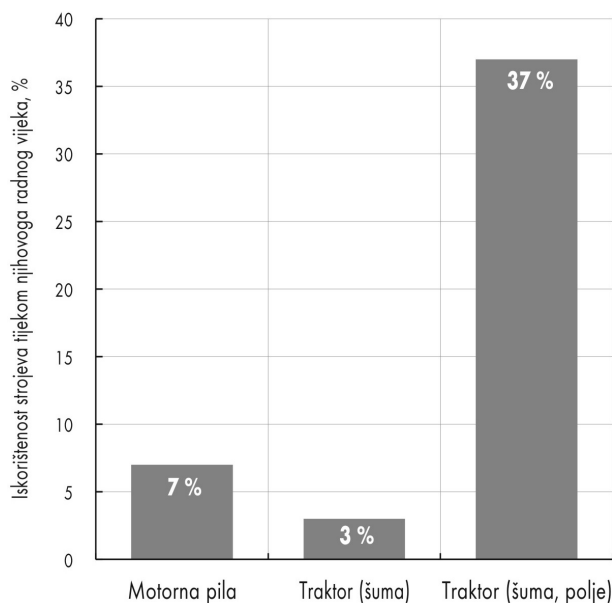
Razredi šumskoga posjeda, ha	Poljoprivredno područje, ha	Šumsko područje ha
<4,9	4,24	2,46
5–14,9	7,34	8,78
15–29,9	10,56	20,28
>30	13,09	51,34

Pri tom se uzelo u obzir da su neki strojevi upotrebljeni samo u šumi (motorne pile), a drugi, osim što se pojavljuju i u šumskim, uglavnom su korišteni u poljoprivrednim radovima (traktori). Za naše proračune pretpostavili smo prosječni obujam doznačenih stabala u sastojini 0,5 m³ i relativno lagan teren s nagibom do 35 % uz otvorenost šumskim stazama ili cestama.

4. Mehanizacija u šumoposjednika i njihova iskorištenost na malim šumoposjedima

Pri sječi su uporabljene motorne pile, a u privlačenju mali traktori, s prosječnom snagom motora od 31,9 kW. To su poljoprivredni traktori s pogonom samo na stražnje kotače. Za rad u šumi opremljeni su jednostavnim dodacima. Samo 26 % vlasnika upotrebljava traktorsko vitlo (prosječna vučna sila 31 kN). Dvobubanjna su vitla korištena samo u 10 % slučajeva (Marenče 1977).

Promatrani razred šumskoga posjeda ima prosječno 2,46 ha šume (Winkler i Medved 1996). Iz istra-



Slika 1. Iskorištenost strojeva tijekom njihova radnoga vijeka

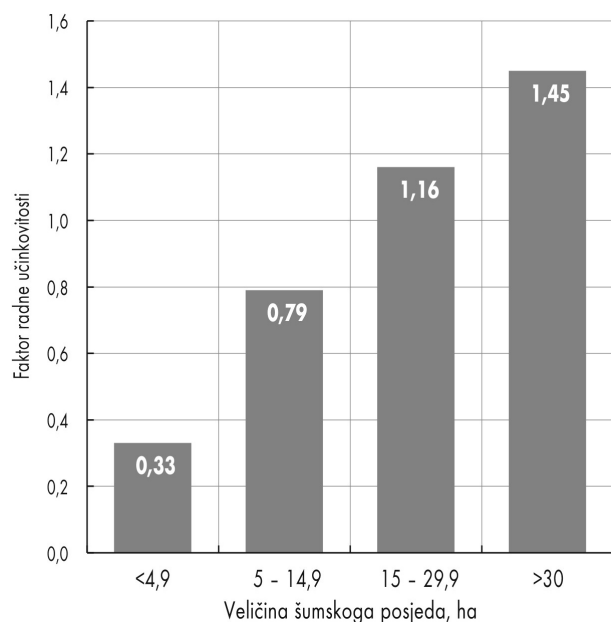
živanja se zaključilo da je prosječna dob motorne pile u privatnom sektoru oko 10 godina. Ova se dob rabila u izračunima za radne sate i životni vijek motorne pile, neovisno o tome je li za njezina vijeka radni kapacitet bio iskorišten ili nije. Tako se izračunalo da je zbog male količine rada motorna pila upotrebljena samo do 7 % kapaciteta tijekom svoga radnoga vijeka (slika 1).

Analizirajući učinkovitost traktora, bilo je nužno uzeti u obzir da se traktor, osim rada u šumi, uglavnom koristi na radovima seoskoga gospodarstva. Obujam posla u šumi ovisio je o veličini šumoposjeda. U izračunima se koristio radni vijek traktora od 12 godina. Iskorištenost radnoga kapaciteta traktora unutar njegova životnoga vijeka iznosila je do 37 % (od toga samo 3 % za rad u šumi).

5. Izračunavanje radne učinkovitosti

Iskorištenost strojeva znatno utječe na radnu učinkovitost. Pri izračunavanju smanjenja vrijednosti/amortizacije motorne pile uzeo se u proračun broj radnih sati. Kod privlačenja traktorom razmatrani su svi radni sati, bilo u šumi ili na seoskom gospodarstvu. Ukupni je poduzeti šumski rad obuhvatio samo sate rada u šumi.

Cijena je drva na šumskoj cesti jedan od čimbenika koji znatno utječe na radnu učinkovitost u šumi. Ta je cijena drva bila uspoređena s troškom sječe i privlačenja kako bi se odredila učinkovitost šumskoga rada, što se izrazilo kao faktor radne učinkovitosti (R_w).



Slika 2. Radna učinkovitost s obzirom na veličinu šumskoga posjeda

$$R_u = \text{cijena drva na šumskoj cesti} / \text{trošak sječe i privlačenja}$$

Izračuni pokazuju da cijena pokriva samo 33 % troškova (slika 2).

Na temelju se proračuna može zaključiti:

- Na malim šumoposjedima uporaba navedenih strojeva nije ekonomična.
- Traktori srednje veličine – najčešće korišteni tip – prikladni su za lakši rad i znatno olakšavaju težak fizički rad, ali je njihova ekonomičnost uvjetovana većom količinom rada.
- U većim šumama rad postupno postaje ekonomičniji. U prosječnim sastojinskim uvjetima (srednji volumen doznačenih stabala = 0,5 m³) prijelomna točka radne učinkovitosti pri uporabi navedene mehanizacije pojavljuje se u šumskih posjeda veličine 15 – 29,9 ha (10,56 ha poljoprivrednih površina i 20,28 hektara šumskoga zemljišta – slika 2; Marenče 1997).

6. Zaključci

Neprofitan rad u malim šumoposjedima može biti riješen ustupanjem šumskoga rada jeftinijim izvođačima. Strojevi bi se ekonomičnije koristili zbog većih kapaciteta; time bi se osigurala jeftinija sječa i privlačenje.

Šumoposjednici bi mogli povećati ekonomičnost svoga poslovanja zajedničkom uporabom strojeva (motorne pile, traktorska vitla) kako bi njihova uporaba pokrivala veću količinu rada, te bi tako postali iskorišteniji i jeftiniji.

Sadašnja struktura vlasništva i navike šumoposjednika sprječavaju takve radne uvjete i većina njih nastavlja koristiti vlastite strojeve samo u svojim šumama, što je neekonomično.

7. Literatura

Južnič, B., 1990: Equipment with Machines, Time Consumption and Work Performance in Private Forests. Ljubljana, Gozdarski V., 48: 124–140.

Marenče, J., 1997: Selection and Operating Efficiency of Technologies Adapted for Logging Assortments in Private Forests. Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Master Thesis, str. 141.

Medved, M., 1995: Harvesting Costs on the Farm. Ljubljana, Gozdarski V., 53: 2–11.

Winkler, I., Košir, B., Krč, J., Medved, M., 1994: Calculation of Forest Operational Costs. Ljubljana, Professional and Scientific Work Part 113, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Slovenian Forestry Institute, str. 69.

Winkler, I., 1995: Forestry Economics – study material. Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources.

Winkler, I., Medved, M., 1996: Basic Data From Surveyed Forest Owners in 1995. Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Slovenian Forestry Institute.

Adresa autora:

Jurij Marenče
Biotehniška fakulteta
Univerza v Ljubljani
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Večna pot 83
1001 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: jure.marence@bf.uni-lj.si

Okolišno motrište pri radu šumarskim strojevima

Arne Bergmann

Sažetak

Uloga je drva posljednjih godina sve istaknutija kao obnovljivoga prirodnoga bogatstva. Trenutačno su ljudi svjesniji okolišnih vrijednosti i uporabe prirodnih bogatstava. Ipak se šumarski iskorištavački zahvati učestalo suočavaju sa značajnim otporom. Povećava se pritisak na stručnjake pridobivanja drva da razviju takve postupke pridobivanja drva koji ne samo da su sposobni proizvoditi visokovrijedno drvo uz minimalne troškove, već su i ekološki pogodniji od ranijih načina rada. Stoga je bitno i u budućnosti smanjivati utjecaj iskorištavanja na okoliš, što zahtijeva nove proizvodne pristupe.

Ključne riječi: drvo kao obnovljivi resurs, okoliš, novi tehnološki pristup

1. Uvod

Posljednjih je godina istaknuta uloga drva kao obnovljivoga prirodnoga resursa. Porasla je svijest ljudi o značenju okoliša i korištenju prirodnih bogatstava. Ipak se iskorištavački zahvati u šumarstvu učestalo suočavaju sa značajnim otporom; prije dvije godine njemačka je televizija emitirala izvještaj o borealnim šumama u kojima su harvesteri proglašeni »terminatorima tajga«. U javnom mnijenju izraz *iskorištavanje* sadrži niz negativnih suznačenja, nažalost, jednako kao i među mnogim šumarskim stručnjacima. Ta je činjenica poznata kao *neobičnost proturječnoga samouništenja* (engl. *slaughterhouse paradox* – paradoks klaonice).

Jasno je da su i proizvođači šumarskih strojeva pogođeni tom pojavom; prisutan je na njih rastući pritisak koji ih tjera na razvitak tehnike pridobivanja drva koja ne samo da je sposobna proizvoditi visokovrijedno drvo uz minimalne troškove, već je istodobno i ekološki pogodnija od prethodne generacije strojeva. U mnogim se područjima još uvijek koristi zastarjela tehnika koja slovi kao neučinkovita, često opasna za zdravlje uključenih radnika, te ekološki nepogodna. U Europi, gdje se šume, među ostalim, koriste i u rekreativne svrhe, dobrobit šuma ne može biti nikako preistaknuta. Stoga je bitno u budućnosti smanjivati utjecaj iskorištavanja na okoliš, što zahtijeva novi složeni tehnološki pristup u najširem smislu.

2. Ovodobni proizvodni postupci u iskorištavanju šuma

Danas postoje dva glavna granična postupka iskorištavanja šuma: stablovna metoda (*Full Tree method* – FT) i sortimentna metoda (*Cut-to-Length method* – CTL). U stablovnoj se metodi stabla sruše i cijela izvuku na cestu. U sortimentnom se pak postupku stabla ruše, okrešu grane i prikroje kod panja, te se zatim sortimenti izvuku do ceste namjenskim strojevima. U skandinavskim se zemljama mehanizirano iskorištavanje rabi u preko 90 % svih sječa. Gledano globalno, stablovna metoda zauzima tri četvrtine svjetskih industrijskih sječa, ali se sve više primjenjuje sortimentna metoda. Unekoliko se to može pripisati boljemu utjecaju na okoliš jer, na primjer, brojne studije jasno pokazuju da sortimentna metoda uzrokuje manje oštećenja u sastojini. S druge pak strane, strojevi koji se koriste u stablovnoj metodi većega su obujma i težine te stoga čine veću štetu na sječini.

3. Razvoj šumarske tehnike

Industrija šumskih strojeva razmjerno je mlada u usporedbi s drugim industrijskim granama. Primjerice, automobilska je industrija stara 100 godina, dok su prvi šumski strojevi proizvedeni pedesetih godina, 20-oga stoljeća. Prvi su šumski radno-pogonski strojevi svoj uzor našli u poljoprivrednim traktorima, ali je svim uključenim stranama ubrzo postalo jasno da takvi strojevi ne mogu izdržati teške radne

uvjete u šumi. Bio je potreban nevjerojatan tehničko-tehnološki napredak radi unaprjeđivanja strojeva na razinu današnje vrhunske tehnologije.

Budući da izvedba strojeva za stablovnu metodu nije bila zadovoljavajuća, u skandinavskim se zemljama razvio *forvarder*. Uložen je sveopći trud radi poboljšanja proizvodnosti i pouzdanosti prvotnih pogonskih motora i dizalica ranih sedamdesetih. Čim je izvedba dosegla željenu razinu, postala je naglašenija skrb o ergonomskim sastavnicama, kao što su vibracije vozila, kakvoća sjedala, vidljivost, buka, smještaj kontrolnih ručica i podnožnika (pedala). Stupanj je razvitka doveo do tehnički vrhunske traktorske kabine visokoga standarda. I konačno, počevši od kasnih osamdesetih, razvitak je usredotočen na oblikovanje ekološki pogodnih *forvardera* uvođenjem računalno upravljanih sustava prijenosa snage, dobrog rasporeda opterećenja, višekotačnoga pogona, širokih guma, dizalica s velikim dosegom, dobrog odnosa težine stroja i tereta te uporabe razgradivih biotekućina.

4. Timberjackovo usredotočenje na okoliš

Suvremena je sortimentna metoda učinkovit i ekološki pogodan način rada na pridobivanju drva kada je pravilno primijenjena. Ipak, čak i kada su okolnosti otežavajuće, većina se šteta nastala na drveću ili tlu može pripisati neprikladnomu, nedovoljno iskusnomu rukovanju i pripremi rada. Iako je tehnološki napredak značajan glede ekoloških pitanja, valja istaknuti da su najvažniji čimbenici koji imaju utjecaj na okoliš prilikom iskorištavanja šuma planiranje i pravilan izbor postupka.

4.1. Harvesterski simulator

Rukovatelj strojem igra posebno važnu ulogu u smanjivanju mogućega negativnoga utjecaja rada šumskih strojeva na okoliš. Radi temeljne obuke i postizanja vještina bez rizika oštećivanja sastojine ili skupe opreme *Timberjack* je prvi na tržište izišao sa simulatorom šumskoga stroja.

U vojnoj je i zrakoplovnoj industriji uporaba simulatora već odavno poznata – nitko neće dopustiti neiskusnomu pripravniku da uzleti avionom i počne učiti o vještinama letenja sa skupom letjelicom i putnicima. Nešto se vrlo slično može reći i za šumske strojeve; oni su veliko ulaganje i zahtijevaju pažljivo rukovanje. Iskorištavanje šuma u svom opsegu odgovornosti ne uključuje putnike, ali ovdje je zato prisutna sastojina i sav okoliš.

Harvesterski je simulator alat koji primjenjuje virtualnu stvarnost prilikom uvježbavanja rukovatelja harvesterom. Osim vjerne simulacije funkcija

stroja simulator pruža mogućnost određivanja pojedinih sastojinskih i terenskih uvjeta, koristeći pritom isti računalni sustav kakav je ugrađen i u pravom harvesteru, te omogućuje potanku raščlambu vježbenikovih rezultata tijekom poduke.

4.2. Usredotočenje na ekološke sastavnice ovodobnih strojeva

Jednoga će dana vježbenik upravljati pravim strojem i zahvaljujući simulatoru usvojiti temeljne vještine sječe te znati izbjeći oštećivanje stabala i tla. Ali, i sam stroj koji se koristi ima mnoštvo ugrađenih sastavnica koje su ekološki pogodne i prihvatljive.

Tlak na tlo: Zbog velike množine izbora guma *Timberjackovi* šumski strojevi mogu djelovati na različitim radilištima uz minimalno oštećenje tla. Usporedbe radi tlak na tlo stražnje gume bicikla koju vozi osoba od 90 kg iznosi 40 kPa.

Uravnoteženi bogi ovjes: Bogi ovjes osovine treba biti optimalno uravnotežen radi smanjivanja oštećivanja tla, što se postiže jednolikom raspodjelom opterećenja između prednjih i stražnjih kotača bogija. *Timbejackov* bogi još uvijek malo naginje podizanju prednjih kotača, što poboljšava pokretljivost i smanjuje neželjeni utjecaj na tlo.

Konstrukcija podvozja: Najmanja udaljenost traktora od tla (tzv. klirens) treba biti što je moguće veća. Ovakva konstrukcija osigurava manje štete u sastojini zbog bolje pokretljivosti, posebno u gustim sastojinama.

Različite duljine podvozja: *Timberjack* nudi različite duljine podvozja s obzirom na terenske uvjete ili izvoženi sortiment. Različite šasijske znače različito ponašanje stroja; moguće je izabrati najprilagođeniju inačicu glede terena.

Biokapljevine: *Timberjackovi* strojevi mogu koristiti biokapljevine, tj. brzo razgradiva motorna, hidraulična i transmijska ulja, a također i rashladne kapljevine. Nadalje, crpne sisaljke i one za ponovno punjenje pružaju značajnu sigurnost u slučaju otkazivanja hidrauličnoga sustava.

Motori s malom emisijom: *Timberjack* koristi najsuremenije motore s minimalnom potrošnjom goriva i malom emisijom štetnih plinova odnosno teških kovina.

Ovaj bi se popis mogao nastaviti. Predstavljen je samo sažetak najvažnijih ekološki usmjerenih pitanja u ovodobnom proizvodnom inženjerstvu.

4.3. Ekološki pogled na proizvodnju šumarske mehanizacije

Još je jedna vrlo značajna tema – ekološki oblik proizvodnje strojne opreme za šumarstvo: *Timberjackove* proizvodne sastavnice, pa i postroji sve više ko-

riste sustav upravljanja okolišem (engl. *Environment Management Systems* – EMS) za nadzor postupaka s ekološkoga stanovišta. Primjera radi, danas se svako sredstvo, stroj ili postroj(enje) priprema za potvrđivanje u skladu s normom ISO 14001. Tvornica Joensuu u Finskoj dobit će certifikat u jesen 1999. Joensuu će tako biti prva tvornica šumskih strojeva koja je primijenila EMS. U Filipstadu (Švedska) bit će spremni za certifikaciju sljedeće godine, a Woodstock je u Kanadi također započeo postupak.

Nadalje, postoje dvije različite vrste istraživačkih projekata u tijeku koji rade na raščlambi radnoga vijeka (tzv. *Life Cycle Analysis*) i na oporabi šumskih strojeva ili njihovih sastavnica. Drugi je projekt gotovo završen i uskoro će se moći podaci koristiti pri razvoju i oblikovanju proizvoda.

4.4. Takozvani hodajući traktor

Najnapredniji je pristup ekološki prihvatljivomu oblikovanju strojeva oživotvoren u liku prvoga hodajućega harvesteru u svijetu, koji je predstavio *Plutesch* u lipnju 1995. godine. Ovaj je rad prepoznat i nagrađen *Europskom nagradom za bolji okoliš u industriji* (engl. *European Better Environment Award for Industry* – **EBEAFI**) u Irskoj 15. srpnja 1996. Zapažen medijski uspjeh hodajućega stroja, koji se ogleda u preko 400 članaka i brojnim TV-emisijama, primjer je važnosti visoke ekološke svijesti u današnjem svijetu.

Kada se razmatra međudjelovanje tehnike i tla, hodajuća su vozila korjenito drugačija od uobičajenih kotačnih traktora zbog jedinstvenoga, temeljno različitoga pristupa. Hodajući se stroj prilagođava obrisima terena. Nije bitno što je tlo pod strojem nepravilno jer je svaka noga savršeno sposobna pronaći pogodnu podlogu na kojoj ostvaruje čvrst dodir s tlom.

Uporaba hodajuće pokretne vozne jedinice otvara nove mogućnosti pristupa mehaniziranim šumskim zahvatima. Dobrobiti tzv. hodajuće tehnike najočitije su prilikom rada stroja na ekološki osjetljivom terenu na kojem oštećivanje tla mora biti svedeno na najmanju moguću mjeru. Također, prednosti hodajućega oblika vidljive su na terenu s nepravilnim ili strmim obrisima.

5. Zaključci

Sa svojih četrdesetak godina postojanja povijest je mehaniziranoga iskorištavanja razmjerno kratka. Posljednjih deset godina svjedoci smo vrlo brzoga

napretka koji će se i nastaviti. Danas razvitak šumarske mehanizacije zahtijeva visoku razinu stručnosti iz strojarske elektronike, prijenosa snage, kontrolnih tehnika, računalnih znanosti, znanosti o materijalima, dinamike strojeva, višemedijalnosti itd. Različiti postupci trebaju biti utjelovljeni u isti proizvod koji će ispuniti zahtjeve kupca. Razina tehnologije uključene u ove proizvode razmjerno je visoka u usporedbi s ostalim pokretnim radnim strojevima.

Treba imati na umu da je šumski stroj samo jedna mala karika u sustavu iskorištavanja šuma koji uključuje brojne čimbenike, od kojih mnogi nisu tehnički. Glede šumske mehanizacije budućí će razvitak uvelike ovisiti o potrebama šumarske proizvodnje koja se mijenja u skladu s potrebom opskrbe za redoviti rad i kakvoćom obradbe (to uključuje, npr., prerezivanje). Slično će na željeno oblikovanje strojeva značajno utjecati potreba za zaštitom okoliša, kao i prateće promjene u šumskim djelatnostima. Zakoni i odredbe ili razvojni ciljevi različitih djelatnih područja mogu biti jasno odijeljeni jedni od drugih, dovodeći do uporabe različitih postupaka u različitim odijeljenim područjima. Tu leži razlog zašto bi jedan od ciljeva trebao biti oblikovanje strojeva koji su sposobni ispuniti posebne zahtjeve različitih područja uporabe bez potrebe za prekomjernim izmjenama. Kao ishod može se očekivati ublaženi pritisak stalno rastućih troškova. Očekuje se da će proizvodnost i kakvoća rada ostati nepromijenjene.

Novi postupci obogaćuju ponudu znatnim mogućnostima odgovora budućim izazovima. Pravilno usmjeravanje promjena pridonosi ne samo većoj učinkovitosti nego i tankočutnijoj suradnji svih uključenih skupina. To je važno ako se želi uspjeti unutar dovoljno dugoga razdoblja u određivanju i usredotočenju na ono što je bitno u jednom razvojnem tijeku. Nadalje, poželjno je pristupiti temi sa što manje predrasuda ako se misli otkriti nove, neuobičajene pristupe. Hodajuća tehnologija i simulatori za uvježbavanje služe kao primjeri novoga pristupa. Budućnost će pokazati kako ovi novi proizvodi mogu pronaći svoje mjesto u svakodnevnom iskorištavanju šuma.

Adresa autora:

Arne Bergmann
Timberjack Oy
P.O. Box 474
FIN-33101 Tampere
FINLAND

Raščlamba postupaka za pridobivanje drva uz najmanji utjecaj na tlo pri primjeni tehnike višekriterijske procjene

Oscar Bustos, Rodolfo Neunschwander, Rodrigo Baltra

Sažetak

Danas je planiranje pridobivanja drva usredotočeno na pitanja zaštite okoliša, posebice na zbijanje tla. Studija razmatra razvoj i primjenu znanstvenih postupaka za odabir prikladne mehanizacije i načina pridobivanja drva koji su u skladu s gospodarskim, proizvodnim i okolišnim zahtjevima. Glavni je cilj studije odabir mehanizacije i sustava koji uzrokuju najmanju okolišnu štetu, posebice na tlu, što će biti važna osnova za razvoj proizvodnih šuma *Pinus radiata* D. Don. u VIII. regiji u Čileu.

Pomoću baza podataka, izdvojenih iz različitih studija i procjena terena brojnih postupaka pridobivanja drva, određene su glavne značajke tla, strojevi izravno vezani uz proizvodnost u sustavima pridobivanja drva, te promjene koje uzrokuju u okolišu. Sjedinjenje je baza podataka izvedeno pomoću tehnike višekriterijske procjene.

U skladu sa spomenutim činjenicama provedena je usporedna razglobo kakvoće sustava pridobivanja drva i raznih vrsta strojeva. Pretpostavka je bila da je svaki sustav bolji od ostalih u svim pristupima koji su procjenjivani. Na taj je način jedna od dviju mogućnosti bolja barem prema jednomu mjerilu. Stoga odabir prikladne mogućnosti ovisi o postavljenim ciljevima. Rezultati postignuti tijekom izradbe ove studije pokazuju da sustav koji uključuje motornu pilu, privlačenje strojno složenim skupom žičare, prikrajanje motornom pilom i korištenje prednjega utovarivača uzrokuje manje štete na tlu. Također je utvrđeno da su od svih procijenjenih modela strojeva za pridobivanje drva najbolje proizvodne odlike i najmanje štete za okoliš imali sljedeći strojevi: šumski zglobnik (skider) s hvatalom (drvo hvata odozgo) Caterpillar 528, stroj za rušenje i skupljanje Timberjack 2628, forvarder Timberjack 1210B, harvester Ponsee ERGO HS16 i šumski trokotačni traktor s prihvatnim i sječnim alatom Bell 220C.

Ključne riječi: Čile, tehnike, pridobivanje drva, mehanizacija

1. Uvod

Planiranje postupaka pridobivanja drva tradicijski uzima u obzir učinkovitost, kao i tehničke i gospodarske značajke šumske proizvodnje. Poduzetnici u Čileu sve više posvećuju pažnju na okolišni utjecaj pridobivanja drva te pronalaženje načina za njihovo smanjenje. Raščlamba mora uzeti u obzir sve troškove i koristi koje će navedene aktivnosti imati za čitav sustav.

U posljednjih su deset godina mnogi šumarski poduzetnici razvili uspješan program mehanizacije šumarstva kako bi zadovoljili rastuće proizvodne zahtjeve. Program je zahtijevao razglobo dodatnih pogleda na korištenje mehanizacije u šumarskoj dje-

latnosti i njezina utjecaja na tlo, važnoga čimbenika u proizvodnosti šuma (Gayoso 1997).

Pogrešan izbor mehanizacije i sustava pridobivanja drva uzrokovat će negativan učinak na fizikalna i kemijska svojstva tla. Promjene u fizikalnom i kemijskom sastavu tla uzrokuju smanjenje proizvodnosti šuma. Upravo je iz toga razloga nužno prepoznati i odabrati mehanizaciju i sustav pridobivanja drva s najmanje mogućim utjecajem na okoliš (Gayoso 1996).

Odabrati najpogodniju mehanizaciju ili način pridobivanja drva nije jednostavan zadatak. Odabir uključuje razmatranje najrazličitijih kriterija, što znači da se određivanje i ocjenjivanje svake pojedine značajke sagledava iz više vidika i motrišta. Nadalje, sve

sagledane karakteristike unutar pojedine procjene nemaju isto značenje. Iz toga je razloga nužna primjena znanstvenih postupaka koji svakomu kriteriju određuje posebnu vrijednost u pogledu donošenja odluke. Svrha je ovakva postupka sjedinjavanje mjera radi donošenja rješenja za odabranu mogućnost koja bi bila usklađena s ciljevima zacrtanima u planovima osobe ili osoba koje donose odluke.

Ovaj je problem moguće riješiti korištenjem tehnike višekriterijske procjene, čija je osnovna svrha pružanje pomoći u postupcima donošenja odluka. Pomoću ove je tehnike moguće na temelju kriterija uključenih u procjenu lakše odabrati pravu mehanizaciju i sustave pridobivanja drva.

Predstavljena studija nastoji odrediti metodologiju koja bi omogućila odabir načina pridobivanja drva ili odgovarajuće mehanizacije (skider, stroj za rušenje i skupljanje, forvarder, harvester i trokotačni stroj za rušenje i iznošenje) u skladu s proizvodnim, gospodarskim i okolišnim kriterijima. Svaki će kriterij imati različito značenje u postupku odabira i donošenja odluka. Metodologija također uključuje pregled uzoraka više tipova šumskih tala radi utvrđivanja njihove podložnosti utjecajima mehanizacije tijekom postupaka pridobivanja drva, temeljeno na njihovim fizikalno-kemijskim svojstvima.

Osnovni je cilj studije da korištenjem tehnike višekriterijske procjene osmisli opća pravila koja bi utvrdila utjecaj na tlo različite mehanizacije i načina pridobivanja drva, te ponudila odabir prave mogućnosti u pogledu ponajvećega smanjenja negativnih utjecaja na tlo.

2. Metodologija

2.1. Sažetak informacija

Glavne su značajke tla na koje utječe mehanizacija u pridobivanju drva određene pomoću bibliografske kompilacije. Prilikom određivanja značajki tla korišten je opsežni literaturni prikaz o načinima pridobivanja drva koji se koriste u Čileu i drugim državama s visoko razvijenim šumarstvom u pogledu proizvodnosti i zaštite okoliša. Nadalje, podaci o mehanizaciji koja se koristi u Čileu prikupljeni su kod glavnih zastupnika mehanizacijske opreme.

Kada su prikupljeni svi podaci, dobivene su vrijednosti i ograničavajuće mjere koje su sjedinjene s pomoću višekriterijske procjene (engl. *Multicriterion evaluation* – MCE).

Sljedeće su teme sjedinjene korištenjem tehnike višekriterijske procjene:

- Odabir najpogodnijega načina pridobivanja drva s obzirom na proizvodna, gospodarska i okolišna mjerila.

- Odabir najpogodnijega modela skidera, stroja za rušenje i skupljanje, forvardera, harvestera i trokotačnih traktora na temelju proizvodnih, gospodarskih i ekoloških prosudbi.
- Odabir šumskih tala koja su bolje prilagođena postupcima pridobivanja drva na temelju njihovih fizikalnih i kemijskih svojstava.

2.2. Višekriterijska procjena

Prvo je određen broj točaka m koje predstavljaju moguće odabire ili mogućnosti za konačnu odluku ($A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_m$). U obzir su uzete tri mogućnosti – referentni strojevi u sustavima pridobivanja drva, strojevi koji se stvarno koriste prilikom pridobivanja drva u Čileu (skider, harvester i trokotačni traktori poput Bella), te strojevi koji odgovaraju svojstvima pojedinoga tla.

Zatim je bio potreban i združeni broj točaka n ($C_1, C_2, \dots, C_j, \dots, C_n$) koji predstavlja atribut ili primjenljive kriterije odgovarajućega problema. Analizirana su tri niza kriterija – *niz sustava pridobivanja drva*, *niz strojeva* i *niz analize tla*. Za mehanizaciju su i sustave pridobivanja drva određeni sljedeći kriteriji i njihovi potkriteriji: proizvodni, gospodarski i okolišni. U analizi su tla određena fizikalna i kemijska svojstva tla.

Nakon što su opisane zamisli, izborne mogućnosti mjerila (vrijednosne prosudbe), ustrojani su podaci koji ih pobliže određuju. Prvo je razmatran zbroj m točaka po n točki ($R_{11}, \dots, R_{ij}, \dots, R_{mn}$), koji je predstavljao rezultat za svaku izbornu mogućnost ili

		KRITERIJ				
		C_1	\dots	C_j	\dots	C_n
ALTERNATIVA	A_1	R_{11}	\dots	\cdot	\dots	R_{1n}
	\cdot					
	\cdot	\cdot	\dots	\cdot	\dots	\cdot
	\cdot					
	A_j	R_{j1}	\cdot	R_{jj}	\dots	R_{jn}
	\cdot					
	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	\dots	\cdot
	\cdot					
	A_m	R_{m1}	\cdot	R_{mj}	\dots	R_{mn}
		W_1	\dots	W_j	\dots	W_n

Slika 1. Radni model MCE-a; R_{ij} = ocjena i izborne mogućnosti s obzirom na kriterij j , W_j = vrijednost kriterija j

odabir svakoga pojedinoga svojstva ili kriterija. Kod sustava je pridobivanja drva korištena matrica 5×3 , dok se kod različitih strojeva matrica razlikovala u veličini s obzirom na broj alternativa i kriterija (skider – 18×9 , stroj za rušenje – 12×9 , forvarder – 13×11 , harvester – 6×11 i za trokotačni traktor – 4×10). U slučaju uzoraka tla iz VIII. regije veličina je matrice iznosila 16×13 . S druge strane, vrijednosti su W_j razmatrane skupno unutar tzv. vektora važnosti, koji bi trebao predstavljati strukturu sklonosti osobe koja donosi odluke (Barba-Romero 1996).

Višekriterijski se problem može prikazati pomoću matrice čija je struktura prikazana na slici 1.

Ova se matrica naziva matricom odlučivanja, a opisuje svaku inačicu s obzirom na zadaću kriterija, te predstavlja početnu točku u svakoj višekriterijskoj raščlambi odlučivanja apstraktnoga tipa (Barba-Romero 1996).

3. Rezultati s raspravom

Nakon što je dovršena podatkovna matrica koja okuplja sve izborne mogućnosti – kriterije i ocjene (u prirodnoj mjernoj skali), dodijeljene su vrijednosti koje razlučuju kriterije i potkriterije uključene u ocjenjivanje sustava pridobivanja drva. U tu se svrhu savjetovalo sa stručnjacima koji su se u prošlosti bavili ovim problemom i postigli određene rezultate. U skladu s njihovim znanjem i iskustvom na ovom području vrijednosti izražene u usporednim matricama određene su preko parova procijenjenih kriterija, kao što je prikazano u sljedećim tablicama.

Tablica 1. Matrica za određivanje važnosti kriterija radi odabira prikladnijega sustava pridobivanja drva; početni kriteriji CP

	CP1	CP2	CP3	Vrijednosti X_{ij}
CP1	1			0,3331
CP2	1/4	1		0,0974
CP3	2	5	1	0,5695

Iz tablice je 1 vidljivo da *okolišni kriterij* ima najveću važnost u odlučivanju (56,95), jer o njemu ovisi stupanj oštećivanja tla pojedinoga procijenjenoga sustava pridobivanja drva. Stupanj oštećivanja tla ima velik utjecaj na proizvodnost budućih ciklusa te predstavlja najvažniji faktor prilikom odabira mehanizacije. Idući po važnosti je *proizvodni kriterij* (33,31), koji mora ispuniti unaprijed zacrtane proizvodne zahjete.

Na kraju slijedi *gospodarski kriterij* (9,74). U ovom se slučaju pretpostavlja da okolišni i proizvodni kriteriji sustava pridobivanja drva imaju veće značenje.

S obzirom na to da vrijednosti koeficijenta/faktora variraju od 0,02 do 0,10, može se zaključiti da su dobivene vrijednosti procjene dosljedne.

Tablica 2. Matrica za određivanje važnosti kriterija odabira za prikladniji sustav pridobivanja drva; proizvodni potkriterij Scp

	Scp1	Scp2	Scp3	Scp4	Vrijednosti X_{ij}
Scp1	1				0,4182
Scp2	1/2	1			0,2707
Scp3	1/2	1/2	1		0,1906
Scp4	1/3	1/2	1/2	1	0,1205

Unutar proizvodnih potkriterija najveću važnost u odlučivanju ima *prinos* (Scp1). Taj potkriterij ima najveću vrijednost (41,82) s obzirom na neposrednu povezanost s izvedbom planiranih ciljeva. Slijedi potkriterij *prijevoza* (Scp2), nešto manje vrijednosti od prinosa (27,07), jer o njemu ovisi obujam proizvoda (m^3). Na kraju dolaze *trošak radnoga sata* Scp3 (19,06) i *udio nagiba* Scp4 (12,05), manje važni kriteriji s obzirom na to da sve procijenjene izborne mogućnosti imaju približno isto mjesto. Budući da vrijednosti koeficijentata variraju od 0,03 do 0,10, može se zaključiti da su dobivene vrijednosti procjene dosljedne.

Tablica 3. Matrica za određivanje važnosti kriterija odabira za prikladniji sustav pridobivanja drva; okolišni potkriterij Sca

	Sca1	Sca2	Sca3	Sca4	Sca5	Vrijednosti X_{ij}
Sca1	1					0,1688
Sca2	1/2	1				0,0789
Sca3	1/2	2	1			0,1557
Sca4	3	4	2	1		0,3767
Sca5	2	3	1	1/2	1	0,2199

Kod okolišnoga je potkriterija *pritisak na tlo* (Sca4) najvažniji kriterij (37,67). Slijedi kriterij *proizvodnje sedimenata* Sca5 (21,99) i povećanje *gustoće tla* Sca1 (16,88). Na kraju dolaze kriteriji povećanja *konusnoga indeksa tla* Sca3 (15,57) i *smanjenja poroznosti* Sca2 (07,89).

Veliko se značenje pridaje kriteriju pritiska na tlo jer je to čimbenik koji je izravno povezan s jednom od najvažnijih alternativa vezanih uz tlo – kompaktnošću gornjega sloja tla koji utječe na proizvodnost tla u budućim ciklusima.

Proizvodnja je sedimenata još jedan iznimno važan čimbenik koji je vezan uz gubitak hranjive vrijednosti tla, što u konačnici uzrokuje neplodno tlo slabe proizvodnosti. *Gustoća tla* je izravno vezana uz

poroznost tla, te može dovesti do njegova nedovoljnoga prozračivanja. Potkriteriji *konusnoga indeksa tla* i *smanjenja poroznosti* povezani su s potkriterijima *pritiska na tlo* i *gustoće tla*. S obzirom na to da vrijednosti koeficijenata variraju od 0,04 do 0,10, može se zaključiti da su dobivene vrijednosti procjene dosljedne.

Tablica 4. Matrica za određivanje važnosti kriterija odabira za prikladniji sustav pridobivanja drva; okolišni potkriterij 1 (Ssca) očito je gustoća tla

	Ssca1.1	Ssca1.2
Ssca1.1	1	
Ssca1.2	1/4	1

Tablica 4 analizira značenje *okolišnih kriterija* te povećanje *gustoće tla* u dubljem sloju gdje se događaju promjene. U obzir je uzeta činjenica da je gornji sloj (0 – 15 cm) važniji od dubljega sloja (15 – 60 cm), jer u gornjem sloju započinje razvoj biljaka.

Tablica 5. Matrica za određivanje važnosti kriterija odabira za prikladniji sustav pridobivanja drva; okolišni je potkriterij 2 (Ssca) poroznost

	Ssca2.1	Ssca2.2
Ssca2.1	1	
Ssca2.2	1/3	1

Smanjenje *poroznosti* najvažniji je čimbenik u *prozračivanju* i *propusnosti tla*. Smatra se da veće značenje u razvoju mlade šume imaju gornji slojevi (10 – 15 cm) u odnosu na dublje slojeve gdje su promjene manje.

Tablica 6. Matrica za određivanje važnosti kriterija odabira za prikladniji sustav pridobivanja drva; okolišni je potkriterij 3 (Ssca) konusni indeks tla

	Ssca3.1	Ssca3.2
Ssca3.1	1	
Ssca3.2	1/5	1

Tablica 6 prikazuje važnost *okolišnoga potkriterija* – *povećanja konusnoga indeksa tla* u dubljim slojevima gdje se događaju promjene. U obzir se mora uzeti činjenica da je gornji sloj tla (0 – 15 cm) važniji jer visoki konusni indeks ukazuje na smanjenje poroznosti, povećanje gustoće, smanjenje propusnosti i smanjenje prostora za razvoj korijena, što ima velik utjecaj na prirast nove sastojine.

Kod okolišnoga su potkriterija najznačajnije *promjene u gornjem sloju tla* – promjene gustoće, poroz-

nosti i konusnoga indeksa tla. Upravo su u gornjem sloju tla skupljena hraniva, te postoje potrebni uvjeti za razvoj biljaka (prozračnost, propusnost i odgovarajuća struktura tla).

Na taj se način dobila matrica odlučivanja za *sustave pridobivanja drva*, u kojoj su podaci predstavljeni u prirodnom mjerilu. Nadalje, za svaki kriterij, bilo da raste ili pada, određen je tip kriterija za postupak ujednačavanja podataka i vrijednosti parametara mjera.

Proizvodni kriteriji, prinos i postotak nagiba kriteriji su koje treba maksimalno uvećavati najviše što je moguće, jer što su oni viši, to su bolje radne karakteristike sustava. U slučaju kriterija prinosa odabrana je mjerna skala tipa »a–b« za uvećavanje kriterija. Procijenjeni kriteriji kreću se od onih s najvećom vrijednošću, koji dobivaju maksimalnu ocjenu (10), do onih s minimalnom ocjenom (0), a ostale su mogućnosti razmjerno raspoređene. Za rastući kriterij (nagib, %) odabrana je »min–maks« skala s najvećom ocjenom (10), jer sustavi mogu funkcionirati od minimalnoga nagiba (0 %) do maksimalnoga nagiba (100 %), dok su ostali stupnjevi raspoređeni razmjerno.

Ostale kriterije (prijevoz, trošak radnoga sata, ulaganja, gustoća te poroznost i konusni indeks tla) nužno je umanjiti ili minimalizirati jer što je njihova vrijednost manja, to im je veća ocjena. Kod kriterija prijevoza, troška radnoga sata, ulaganja i proizvodnje sedimenata korištena je skala tipa »a–b«. Kao što je već navedeno, njihove se ocjene kreću od onih s najvećom vrijednošću (najveća ocjena 10), do onih s najmanjom vrijednošću (minimalna ocjena 0), dok su ostale mogućnosti raspoređene razmjerno.

Za kriterije povećanja gustoće tla, smanjenja poroznosti tla, povećanja konusnoga indeksa tla i prosječnoga pritiska na tlo, korištena je skala tipa »min–maks«. S obzirom na to da su ovdje vrijednosti izražene u postocima, maksimalna je ocjena dodijeljena vrijednostima od 0 %, a minimalna ocjena vrijednostima od 100 % (predstavljaju umanjujuće kriterije). Ostale su ocjene raspoređene razmjerno.

Budući da ovi podaci nisu međusobno usporedivi zbog svoje različite prirode, provedeno je usklađivanje. Upravo je iz toga razloga korištena metoda mjerne skale, jer ona zadržava odnose pojedinih vrijednosti unutar istoga kriterija. Osim toga, vrijednosti su sada svrstane u zbroju 1. Podatke je sada moguće primijeniti u linearnom izmjerljivom zbroju koji je dobiven množenjem svake pojedine značajke alternative s odgovarajućom vrijednošću. Konačni je rezultat *globalna ocjena* koja omogućuje određivanje završne ocjene pojedinih inačica (tablica 7).

Tablica 7 pokazuje da je prvi sustav prikladniji i usklađeniji s kriterijima uzetim u obzir tijekom ocjenjivanja. To nikako ne znači da je ova alternativa

Tablica 7. Matrica odlučivanja za sustav pridobivanja drva

Kriterij	CP1				CP2	CP3								Konačna ocjena	
Vrijednost = 1	0,3331				0,974	0,695									
Potkriterij	Scp1	Scp2	Scp3	Scp4	Sce1	Sca1		Sca2		Sca3		Sca4	Sca5		
Vrijednost = 1	0,1393	0,0902	0,0635	0,0401	0,0974	0,0961		0,0449		0,0887		0,2145	0,1253		
Potkriterij						Ssca1.1	Ssca1.2	Ssca2.1	Ssca2.2	Ssca3.1	Ssca3.2				
Vrijednost = 1	0,1393	0,0902	0,0635	0,0401	0,0974										
A1	0,00	0,00	0,00	9,00	3,02	9,77	9,89	9,88	9,94	10,00	10,00	10,00	10,00	6,15	
A2	5,78	10,00	9,53	2,50	10,00	8,32	9,00	8,21	9,02	0,58	6,16	3,00	5,22	5,91	
A3	2,32	6,56	6,11	3,50	9,38	8,51	9,15	8,77	9,26	0,95	7,44	3,50	6,35	5,20	
A4	10,00	9,71	11,37	3,50	2,46	8,42	9,47	8,42	9,49	0,91	6,57	1,00	1,73	5,09	
A5	6,94	8,44	9,11	2,50	0,00	7,99	8,77	8,01	8,87	0,15	5,75	1,50	0,00	3,89	

bolja prema svim kriterijima, nego samo znači da je prema ukupnomu zbroju svih kriterija i njihovih odgovarajućih vrijednosti ova alternativa bolja od ostalih. Ukupna ocjena ne pokazuje koji bi bio optimalan sustav za korištenje, već pokazuje koji sustav ima najbolje karakteristike s obzirom na važnost pridanu pojedinim kriterijima.

Ako sustav 1 (prikrajanje motornom pilom, uređivanje složaja i utovar dizalicom) nije najbolji po svim kriterijima, i dalje je vrlo dobar prema većini kriterija korištenih u ocjenjivanju. Ovaj sustav nije visoko ocijenjen ponajprije zbog kriterija koje je nužno minimalizirati, kao što su: prijevoz, trošak radnoga sata, postotak povećanja gustoće tla, postotak smanjenja poroznosti tla, povećanje konusnoga indeksa tla, pritisak na tlo i proizvodnja sedimenata. U obzir svakako treba uzeti i kriterij nagiba. Druge alternative nadmašuju ovaj sustav jedino prema kriterijima *prinosa i troškova ulaganja*. Prvi je podređen svim drugim mogućnostima, dok drugi, iako manje vrijedan prema nekim inačicama, svakako nije podređen svima.

Ni jedna ovdje ocijenjena alternativa ne ovisi o nekoj drugoj, odnosno, barem jedan od kriterija uključenih u ocjenjivanje je superioran drugim mogućnostima, što dopušta daljnji razvoj tijekom budućih ocjenjivanja.

4. Zaključak

Mehanizirano pridobivanje drva najviše utječe na sljedeća svojstva tla: poroznost, propusnost, gustoću, dubinu, kapacitet, trajnu suhoću, postotak organskih tvari te udio mikrohranjivih i makrohranjivih tvari.

Sustav pridobivanja drva koji uzrokuje najmanje štete na tlu jest postupak koji uključuje sječu motornom pilom, privlačenje jednim podignutim krajem

trupaca, prikrajanje motornom pilom na radilištu te korištenje dizalice za utovar trupaca, što je u skladu s rezultatima tehnike višekriterijske procjene.

U pretežno nizinskim područjima na kojima se pridobiva drvo i proizvode sedimenti ne predstavljaju prethodni zaključci značajan problem: najprikladnija je alternativa sustav br. 2 koji uključuje sječu pomoću stroja za rušenje i skupljanje, uređivanje složaja pomoću skidera s hvatalom i utovar trupaca dizalicom.

Ako se traži sustav kod kojega su najvažniji okolišni kriteriji, tada bi najprikladniji bili proizvodni ili gospodarski sustav. Ovdje govorimo o sustavu koji uzrokuje najmanju štetu na tlu od svih procijenjenih sustava u odgovarajućim radnim uvjetima.

Međutim, ako štete na tlu nisu najvažniji kriterij jer se predviđaju minimalne promjene karakteristika tla i jer najveće značenje ima proizvodni kriterij, tada se odabire sustav koji je najbolje ocijenjen prema navedenom kriteriju. Konkretno, radi se o sustavima br. 4 (harvester – forvarder) i br. 5 (sječa pomoću stroja za rušenje, uređivanje složaja pomoću skidera s hvatalom i šumskoga utovarivača).

Model s najbolje ocijenjenim značajkama u pogledu gospodarskih, proizvodnih i okolišnih kriterija bio je sustav kod kojega su korišteni skider s hvatalom Caterpillar 528, stroj za rušenje i skupljanje Timberjack 2628, forvarder Timberjack 1210B, harvester Ponsee ERGO HS16 i šumski trokotačni traktor Bell 220C.

Ovakav bi tip raščlambe trebalo primjenjivati izravno na radilištima kada su poznati svi uvjeti rada. Nakon usporedbe različitih sustava pridobivanja drva i procjene razine promjena na promatranom području potrebno je odabrati sustav koji uzrokuje minimalne štete na okolišu.

5. Literatura

Barba-Romero, S., 1996: Manual para la toma de decisiones multicriterio. Instituto Latinoamericano y del caribe de planificación económica y social. Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones.

Gayoso, J., 1996: Costos ambientales en cosecha de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. Universidad Austral. Revista Bosque, 25 str.

Gayoso, J., 1997: Producción Forestal y Conservación de suelos. VII Solvotecna. Instituto de manejo forestal, Universidad Austral, Valdivia, Chile.

Adresa autora:

Oscar Bustos
Rodolfo Neunschwander
Rodrigo Baltra

Forest Engineering Department
University of Talca
Casilla 747
Talca
CHILE

e-mail: obustos@pehuenche.otalca.cl

e-mail: rneuensc@pehuenche.otalca.cl

Priprema sastojina za mehanizirano iskorištavanje – utjecaj na izvođenje, troškove i uzgajanje šuma

Ulrich Bort

Sažetak

U radu se raspravlja o načelu po kojem smanjivanje izdataka u pripremi sastojina ima za posljedicu smanjivanje prinosa od iskorištavanja, veće štete na sastojini i uočljive promjene uspjeha u uzgajanju šuma. S druge strane, ne smije se podcijeniti trošak pripreme, posebice ako se radi o prvoj proredi s malim prinosima po hektaru.

Ključne riječi: uzgajanje šuma, iskorištavanje šuma, troškovi

1. Uvod

Uporaba šumskoga bogatstva u skladu s održivim i ekološkim gospodarenjem jedna je od temeljnih postavki šumarske svrhovitosti. U tom su smislu nužne oprezne odredbe pri iskorištavanju šuma. Suvremeni harvesteri mogu ispuniti te zahtjeve uz minimalne troškove, ergonomski pogodne uvjete i sigurnost na radu, uzrokujući pritom mala oštećenja u sastojini.

Smanjenje broja zaposlenoga osoblja u šumskim poduzećima čini racionalizaciju na svakoj mogućoj razini potrebnom, prema tomu i u pripremi sastojina za sječu. Kratkoročne promjene na svjetskom tržištu drva i rastući zahtjevi za osiguranje opskrbe drvom »točno na vrijeme« traže prilagodljiv ustroj u tehničkoj dodatnosti.

2. Ciljevi

Diplomski je rad istražio utjecaj ulaganja napora u pripremi razvijene sastojine na radni rezultat. Početna je zamisao bila da prva proreda i preuređenje sastojine pretvara sastojinu u neku vrstu pričuve prirodnih dobara koja su pristupačna vozilima.

Mora se postaviti pitanje je li uz kratkoročnu potražnju za drvom priprema staništa u smislu označavanja stabala koja će ostati u sastojini nakon sječe i doznake stabala za sječu uopće potrebna. Druga teorija postavlja pitanje je li obilježavanje preostalih stabala dostatno za nadzor šumske proizvodnje ili bi

rukovatelj na harvesteru uz pomoć pisanoga šumskouzgojnoga radnoga naloga trebao sam odlučivati i snositi odgovornost za ostvaraj šumskouzgojnih ciljeva na zadovoljavajući način.

3. Pokusno područje

Primjerna je ploha bila 35-godišnja sastojina smreke s 10 % primiješanoga bora i prosječnim prsnim promjerom od 16 cm. Sastojina je uzgajana intenzivno, uz prvu i posljednju proredu unazad 6 godina koja je obavljena u potpunosti mehanizirano. 2011. stabala po hektaru lagano je oštećeno snjegolomom te ima viličastu deformaciju debla. Radi se o tipičnoj šumskoj sastojini u kojoj je ostvarivanje prihoda moguće, ali ne i hitno.

Na površini su od 17,9 ha postavljene tri pokusne inačice:

- izbor preostalih, izlučenih, tzv. stabala budućnosti i doznaka stabala za sječu
- odabir isključivo preostalih, tzv. stabala budućnosti
- bez ikakve pripreme sastojine.

Uzgojni su podaci prikupljeni, a oštećenja sastojine zabilježena na 30 pokusnih površina.

Nakon što je snimljeno trenutačno stanje, zaduženo je vodstvo izradilo detaljne šumskouzgojne ciljeve i odredilo redoslijed radnih zahvata. Na cijelom pokusnom području ostatna su budućnosna stabla, kao i ona za sječu, označena na žilištu radi nadzora, s tim

da su oznake bile nevidljive za harvesterova rukovatelja. U slučaju »pozitivno-negativnoga« obilježavanja, dodatne su oznake postavljene u skladu s postojećim normama. U slučaju »pozitivno selektivnoga« označavanja samo su dodatno vidljivo označena stabla koja ostaju neposječena. Pisani je radni nalog detaljno objašnjen rukovatelju strojem na licu mjesta, u sastojini. Pokusni je vozač bio uvježbani diplomirani šumarski inženjer s dovoljno iskustva u iskorištavačkim poslovima na sva tri opisana načina.

Harvester Timberjack 870 s glavom Timberjack 743 izrađivao je normirane duljine od 4,5 m, odnosno 3,0 m i 2,0 m celuloznoga drva. Izvlačenje je izvedeno Timberjackovim forvarderom 1110.

4. Rezultati

Trenutačnim zapažanjima, tzv. momentnom metodom studija vremena obuhvatilo se 3000 turnusa.

Kao što je vidljivo iz tablice 1, čisto radno vrijeme, tzv. efektivno vrijeme (EV) po stablu, u inačici bez ikakva označavanja bilo je 20 % dulje nego u slučajevima pozitivnoga i negativnoga obilježavanja. Vrijeme vožnje kroz sastojinu u potrazi za sljedećim stablom koje je moguće zahvatiti znakovito je poraslo. Također je primijećeno da je osobno vrijeme (obično kratki odmor) poraslo u manje pripremljenim inačicama.

Mentalni je stres, prema subjektivnomu mišljenju vozača, mnogo viši u inačici bez obilježavanja nego u ostala dva slučaja. Pregledom prikupljenih rezultata navedeno se mišljenje čini vrlo razumnim i očitim. Backhaus (1994) izvještava o 6000 različitih upravljačkih pokreta po harvesteru tijekom jedne smjene te izjavljuje da »psihološki stres koji tradicionalni sjekač mora podnijeti doseže zasada nepoznatu vrijednost«. Rezultati višedimenzijskoga mjernoga koncepta potvrđuju znakovito povećan psihološki stres (Bölz 1988, Schmidt-Vielgut 1988). Backhaus (1994) stoga predlaže izmjenu poslova unutar smjene barem svaka tri sata radi izbjegavanja preopterećenja.

Osim postojećega mentalnoga stresa koji je posljedica upravljanja strojem, vozač se suočava s dodatnim psihološkim opterećenjem u slučaju druge inačice – izborom stabala koja će biti izvađena (posječena). Ebert (1995) smatra negativno obilježavanje (stabla određena za sječu) iscrpljujućom djelatnošću te zahtijeva da se ne izvodi više od dva ili tri sata od jednom.

Jedan od glavnih ciljeva ergonomskega oblikovanja radnoga mjesta, tj. smanjenje jednoličnoga opterećenja, ne može se postići ako se napusti označavanje stabala koja treba posjeći. U praksi pretpostavljena rotacija radnika nije pravilo. Uobičajeno je da se upravljanje strojem i izbor stabala izvodi tijekom cijele smjene.

Postoji negativna korelacija između intenziteta pripreme sastojine i oštećivanja u sastojini. U cjelini, oštećenja su sastojine uzrokovana radom harvestera mala, i u svim se inačicama povisuju samo za 1 % zbog privlačenja drva forvarderom. Ako su budućnosna (preostala) stabla jasno označena, bit će manje oštećena. Ako nema označavanja tih stabala, 10 % će ih biti oštećeno.

Šumskouzgojni rezultati (tablica 2) inačice »pozitivnoga i negativnoga obilježavanja« signifikantno se razlikuju od treće varijante. Primjerice, u inačici s označenim budućnosnim stablima prosječni je prsni promjer 17,5 cm, dok se u inačici bez obilježavanja povećava do 19,2 cm. U tom slučaju rukovatelj na harvesteru izabire »najdeblje« stablo i uklanja jedno od njegovih susjeda koji ga potiskuje. Udaljenost je između stabala budućnosti A i B teško procijeniti sjedeći u kabini, čak štoviše i stoga što se stroj mora pomaknuti prije sljedećega zahvata. To značajno povećava broj budućnosnih stabala. U inačici bez označavanja povećanje je iznosilo oko 68 % više od 200 budućnosnih stabala po hektaru, koliko je zapravo planirano. Štoviše, gotovo 60 % uklonjenih stabala nalazi se na udaljenosti 0 – 5 metara od sredine vlake odnosno u području koje je podložno oštećivanju di-

Tablica 1. Učinak/oštećenja

		Selekcija budućnosnih stabala i negativno označenih (za sječu)	Selekcija isključivo budućnosnih stabala (ona koja ostaju)	Bez pripreme sastojine za sječu
Čisto radno vrijeme, tzv. efektivno vrijeme - EV	min/stablo	1,02	1,10	1,18
Vožnja	% EV	20,5	32,7	36,4
Osobno vrijeme	% URV*	3,9	9,0	9,3
Stabala/prosječno vrijeme	kom./h	56	48	44
Oštećenje sastojine (ploština ozljede >10 cm ²)	%	1,9	2,3	3,6
Oštećena preostala stabla	%	0	1,8	10,7

*URV – ukupno radno vrijeme

Tablica 2. Uzgojni rezultati

		Selekcija budućnosnih stabala i negativno označenih	Selekcija isključivo preostalih, budućnosnih stabala	Bez sastojinske pripreme
Prsni promjer budućnosnoga stabla, $d_{1,3}$	cm	17,6	17,3	19,2
Budućnosna stabla	kom./ha	206	223	335
od toga »pravih stabala budućnosti«	%	96	90	65
Posječena stabla	kom./ha	309	446	335
Prsni promjer posječenih stabala, $d_{1,3}$	cm	15,5	14,4	15,5
Pokrivenost nevidljivim obilježavanjem	%	91	63	47

zalicom (Bort i dr. 1993, Bort i Pfeil 1993). U inačici s pozitivnim i negativnim obilježavanjem samo se 40 % budućnosnih stabala može pronaći unutar toga područja.

Kada su označena samo budućnosna stabla, vozač harvestera normalno je uklanjao stabla koja ih potiskuju, ali su manjega promjera. To utječe na broj stabala i troškove sječe (tablica 3).

Usporedba s pokrivenošću uzgojnoga označivanja iznijela je za šumsku jedinicu dokazani signifikantni otklon kod opcije »samo odabir budućnosnih stabala« i »izostanak sastojinske pripreme«, ali to nužno ne daje podatke o kakvoći zahvata sa šumskouzgojnoga stajališta.

Izravni troškovi sječe (pokrivenosti 1) najmanji su u inačici »pozitivno i negativno obilježavanje« i iznose 20,46 €/m³. U slučaju »obilježavanja isključivo budućnosnih stabala« troškovi su najviši – 24,03 €/m³. U slučaju bez sastojinske pripreme veći obujam trupa zbog većega prsnoga promjera nije u potpunosti mogao nadoknaditi veća vremena vožnje i razdjelnoga vremena. Ako se usporede s inačicom temeljite sastojinske pripreme, izravni su troškovi sječe povećani za 15 % ili oko 3 €/m³.

U ekonomskoj je procjeni potrebno izračunati troškove sastojinske pripreme. Za pozitivno i negativno obilježavanje bila su potrebna 4 sata rada po hektaru, za označivanje samo budućnosnih stabala

bilo je dovoljno 1,7 h/ha. Ovo je sukladno rezultatima drugih autora. Ebert je (1995) primjerice pronašao da je za potonje prorede bez označivanja budućnosnih stabala potrebno 2,0–2,5 h/ha.

Uz posječeno drvo od 35 m³/ha na inačici 1 utrošeno je 43,37 €/h za satnicu šumarskoga inženjera (*Ministry of Finance* Baden-Württemberg, 1998) te 2,38 €/m³ za selekciju budućnosnih stabala i 2,69 €/m³ za negativno obilježavanje.

Suprotno izračunu koji je podnio poduzetnik iskorištavač (pokrivenost 1), inačica bez ikakve sastojinske pripreme najpogodnija je za šumsko poduzeće (pokrivenost 2). Ušteda od oko 8 % s jedne strane dovodi do jasnih i vidljivih promašaja šumskouzgojnih ciljeva. Najskuplja je inačica ona s obilježavanjem isključivo budućnosnih stabala (inačica 2). U inačici s potpunom sastojinskom pripremom iskorištavač ima 17 % veće troškove, a šumsko poduzeće 3 %.

Opsežnije sječe smanjuju troškove sastojinske pripreme. Prema procjenama djelatnika uprave šuma Baden-Württemberg za obilježavanje je normalno potrebno 2,4 min/m³ (Ebert 1995). Ako se te vrijednosti pomnože s ranije navedenim satnicama, dolazi se do troška od oko 1,79 €/m³ za negativno označivanje prosječne sastojine u državi, a onda je potonji bio jasno veći u usporedbi s istraživanjem.

Tablica 3. Troškovi pridobivanja drva

		Selekcija budućnosnih stabala i negativnoga označivanja	Selekcija isključivo budućnosnih stabala	Bez sastojinske pripreme
Učinak harvestera	m ³ /h	8,9	6,4	7,0
Troškovi obradbe	€/m ³	14,34	17,91	17,49
Troškovi privlačenja	€/m ³	6,12	6,12	6,12
Pokrivenost 1	€/m ³	20,46	24,03	23,61
Troškovi pripreme sastojine	€/m ³	5,07	2,38	-
Pokrivenost 2	€/m ³	25,53	26,41	23,61

5. Zaključci za praktičnu primjenu

Nepostojanje obilježbe u trećoj inačici povećava tzv. ergonomske stres rukovatelja strojem. Iz svoje kabine rukovatelj ne može ispuniti šumskouzgojnu zadaću zaštićivanja budućnosnih stabala u onoj mjeri u kojoj je to moguće ako su u sastojini označena takva stabla. Kakvoća i raspored mogućih budućnosnih stabala ne mogu se pravilno procijeniti iz kabine stroja. Ipak, moguće je postići pravilno smanjenje broja stabala na određenoj površini.

Postoje značajni gubici u sustavu iskorištavanja koji se u potpunosti ne mogu nadoknaditi ni eventualnom slobodom izbora stabala većega obujma koje će se posjeći. Za poduzetnika je ekonomska vrijednost njegova rada smanjena.

Za šumovlasnika nedostatak pozitivnoga/negativnoga obilježavanja dovodi do vidljivo različitih šumskouzgojnih rezultata. Broj se i raspored budućnosnih stabala mijenja. Povećan je i rizik oštećivanja sastojine. Bez označivanja budućnosnih stabala nadzor je oštećivanja sastojine jedva moguć.

6. Literatura

Backhaus, G., 1994: Aspekte der Arbeitssicherheit, Ergonomie und beruflichen Bildung beim Einsatz von Mehrfunktionsmaschinen in der Holzernte. Forsttechnische Informationen, 4/94, str. 34.

Bölz, K., 1988: Entwicklung der psychophysischen Belastung und Beanspruchung als Folge der Mechanisierung der Holzernte: ein Vergleich auf der Basis eines mehrdimensionalen Meßkonzepts. Diss., Freiburg.

Bort, U., Emhardt, M., Mahler, G., 1993: Vollerntereinsatz in der Zweitudurchforstung bei vorgegebener Feinerschließung. In: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung: Versuchsberichte, str. 41.

Bort, U., Pfeil, C., 1993: Mechanisierte Holzernte, Wechselwirkungen von Erschliessungsdichte, Pfléglichkeit und Betriebserfolg. In: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung: Versuchsberichte, 3.1 ff.

Ebert, H. P., 1995: Eine naturnahe Waldwirtschaft braucht holzanweisende Förster. In: Der Wald, 45: 148–151.

Finanzministerium Baden-Württemberg, 1998: Verwaltungsvorschrift über Kostenfestsetzung und Benutzungsgebühren für Inanspruchnahme der Verwaltung. In: Wissenschaft, Forschung und Kunst, 17: 26–29.

Pfeuffer, A., 1999: Unterschiedliche Bestandesvorbereitung in der mechanisierten Holzernte-Auswirkungen auf Leistung, Kosten und Waldbau. Diplomarbeit, Rottenburg.

Schmid-Vielgut, B., 1988: Psychophysische Beanspruchung der Arbeitskräfte in Holzernte-Systemen unterschiedlicher Mechanisierungsgrade. Diss., Freiburg.

Istraživanje šumskih proreda harvesterom na strmim terenima

Raffaele Spinelli, Bruce Hartsough

Sažetak

Studija izvještava o dvjema pokusnim proredama izvedenima s harvesterom Valmet 500T namijenjenim za rad na strmim terenima. Pokusi su obavljeni u Kaliforniji, u dvjema različitim sastojinama četinjača: prirodnoj šumi u kojoj prevladava jela i u mladoj borovoj plantaži. Teren je bio vrlo strm, s prosječnim nagibom od 30 % i vrhuncima s nagibom od 60 %. Prilike u sastojini i obilježja terena otprilike odgovaraju onima u Europi, posebice u Alpama. Harvester se pokazao sposobnim za soladavanje teškoga terena, istodobno ostajući dovoljno prilagodljivo za sječu u različitim sastojinama. U plantaži je bilo mnogo teže sjeći zbog gustoga porasta i niskoga grananja drveća. Postignuta je proizvodnost po pogonskom stroju nom satu od 25,1 m³/h u prirodnoj sastojini i 11,3 m³/h u mladoj plantaži. Sortimentni je način rada vrlo zanimljiv jer ima ograničen utjecaj na okoliš, jednostavniju potrebnu opskrbu te povećanu udobnost za rad rukovatelja. Suvremeni traktori sa samoizravnavanjem tovarnoga prostora uz učinkovite harvesterske glave mogli bi uvesti takav način rada na teškim terenima i u prebornoj sječi, dakle, kako se ranije smatralo, i na terene izvan područja primjene sortimentnoga načina rada.

Ključne riječi: harvester za strme terene, Valmet 500T, prorede, plantaže, prirodne sastojine

1. Uvod

Harvesteri za prorede koje se provode sortimentnim postupkom tehnički su na visokom stupnju razvijenosti i skupi strojevi: to su tzv. sofisticirana sredstva za rad. Bilo bi najbolje kada bi takva mehanizacija bila korištena unutar granica optimalnih radnih uvjeta, ali, s obzirom na cijenu, trebala bi također osiguravati i visoku godišnju proizvodnju.

Ovodobno uzgajanje šuma zbog povećane raznolikosti teško može pružiti takve idealne radne uvjete, što često dovodi do neprimjerenoga korištenja šumarske mehanizacije (strojeva i uređaja) u uvjetima daleko od najpogodnijih.

Da bi se postigla zadovoljavajuća godišnja proizvodnost mehanizacije, šumarski se strojevi često koriste na nepristupačnim terenima i u različitim sastojinama. Iako su izvorno oblikovani za čiste sječe jednodobnih sastojina na ravnim terenima, harvesteri se sada rabe za probirne prorede različitih tipova šuma na mnogim terenima, uključujući i strme padine.

Ovim se istraživanjem, provedenim u Americi, nastojalo prikupiti što više podataka o rezultatima samoizravnavajućega harvestera pri radu na selektivnoj proredi dviju različitih sastojina na različitim terenima. Za istraživanje je odabran Valmet 500T, najprodavaniji harvester u Americi, koji je zanimljiv spoj američkoga i europskoga načina rada.

2. Harvester Valmet 500T

Valmet 500T posebno je konstrukcijski oblikovan harvester za rad na strmim terenima. Sastoji se od podvozja terenskoga gusjeničnoga traktora Caterpillar 325, na koje je pričvršćena glavna okretna platforma preko samoizravnavajućega zgloba. Takvo se postolje može nagnuti 27° prema naprijed, 7° prema nazad te 20° na obje bočne strane. Platforma ujedno nosi Cumminsov pogonski motor od 126 kW, čvrstu zaštitnu kabinu te hidrauličnu dizalicu Cranab 1400 s dvostrukom teleskopskom rukom. Harvester-sku glavu Valmet 965 stroj nosi na kraju hidrauličnoga kraka. Uobičajeno je takva glava europskoga tipa, s

pet noževa za kresanje grana i hidrauličnom motorom pilom za prerezivanje (trupljenje). Opis se stroja nalazi u tablici 1.

Tablica 1. Osnovne značajke harvestera

Nosač	tip	Valmet 500T
Obliče		Samopodesivi hod
Podvozje		Caterpillar 325 (D6)
Približna masa	kg	21 500
Motor		Cummins 6BTA 5.9 l. Turbo
Snaga	kW	126 pri 2100 min ⁻¹
Širina	cm	290 (trag 610 mm)
Duljina	cm	437
Visina	cm	376
Visina od zemlje (najniža)	cm	66
Glava	tip	Valmet 965
Približna masa	kg	1 150
Najveći promjer prereza	cm	63
Pilna vodilica	cm	75
Posmačni valjci	kom.	2
Posmačni valjci	tip	Gumeni velike čvrstoće / obuhvatni lanci
Noževi	kom.	5
Hidraulična protoka	L/min	260
Hidraulični tlak	MPa	24

3. Istraživačka pitanja i postupci

Studijem je rada i vremena ocijenjena proizvodnost stroja te određene promjenljivice koje najvjerojatnije utječu na učinak. Vrijeme je ciklusa podijeljeno u nekoliko sastavnica tipičnih za radni proces.

Vremenski su elementi zabilježeni terenskim ručnim računalom *Husky Hunter* s programskim paketom Siwork3, prilagođenim za ovakvo istraživanje s pomoću studija vremena.

Dnevni je učinak procjenjivan mjerenjem uzorka koji su činili trupci izrađeni toga dana. Ukupna duljina trupaca i srednji promjer korišteni su za izračunavanje obujma. Uzorak je uključivao oblovinu za pilanske trupce i industrijsko drvo (tanji sortimenti i celulozno drvo), razvrstano po vrstama. Dnevni se uzorak pribraja samo količini obrađenoj toga dana.

S obzirom na broj i dimenzije grana stabla su razvrstana u razrede granatosti, a vrijednosti su određene okularnom procjenom (tablica 2). Koeficijenti/faktori su granatosti korišteni u još nekoliko studija o harvesterima za izradbu sortimenata (Emeyriat i dr. 1997, Raymond i dr. 1988).

Tablica 2. Razredi granatosti: definicija i raspodjela u razmatranom uzorku

Raz-red	Gustoća grana	Najveći promjer grane pri stablu	Učestalost, % (uzorak od 1065 stabala)	Učestalost, % (uzorak od 415 stabala)
			Prirodna šuma	Plantaža
1	mala (sitno granato)	<5 cm	14,5	1,2
2	velika (zatvoreno granama)	<5 cm	37,6	66,7
3	mala (sitno granato)	>5 cm	29,3	23,1
4	velika (zatvoreno granama)	>5 cm	14,8	4,6
5	zakrivljenost		3,8	4,4

Podaci su sastojine utvrđeni uobičajenim mjerilima: promjerkom (promjeri stabala), mjernom vrpcom (udaljenosti) i padomjerom (nagib terena).

Harvester odabran za istraživanje pripadao je kalifornijskomu poduzetniku koji ga je koristio otprilike dvije godine. Tijekom istraživanja tvrtka je radila na sječi u šumama *Stanislaus National Forest*, u blizini *Cabbage Patch*, *Alpine County*, Kalifornija. Izvlačenje posječenih stabala do cesta obavljalo se s pomoću šesterokotačnoga forvardera Valmet 862. Sve radne zahvate sječe obavljala su samo dva stroja: harvester i forvarder, uspijevajući održavati uravnoteženi radni ritam.

Za vrijeme istraživanja poduzeće je radilo u dvije različite sastojine, obje državne šume, na visini od otprilike 2070 m n. v.

Prva je sastojina bila prirodno pomlađena, visoka, mješovita šuma četinjača – koloradske (dugoigličaste) jele (*Abies concolor*) i grimizne jele (*Abies amabilis*) s kalifornijskim libocedrom (*Calocedrus decurrens*) i sladornim borom (*Pinus lambertiana*). Visoki panjevi i velika debla često su ometali napredovanje harvestera. Nagib je u prosjeku iznosio 30 %, s graničnim najvećim vrijednostima i do 57 %.

Trenutačno je djelovanje bilo usmjereno na smanjenje gomilanja ogrjevnoga drva koje je bilo značajno kod niskih proreda. To je popraćeno kriterijem odabira prorednih stabala, čiji je cilj održanje razdaljina između sječnih linija od 5 m. Šumska je služba doznala stabla iznad 30 cm promjera, ali su rukovatelju dane odriježene ruke da bira i dio među manjim stablima. Proredom su uklonjene dvije trećine stabala i otprilike jedna trećina temeljnice. Prosječni je srednji obujam posječenih stabala bio 0,391 m³ za jelu i 0,229 m³ za libocedar.

Druga je sastojina bila plantaža žutoga bora stara 23 godine (*Pinus ponderosa*), podijeljena u dvije pruge, smještena unutar veće prirodne sastojine. Obje su pruge iste gustoće i dobi, ali je jedna bila mnogo razvijenija od druge. Prosječan je nagib bio 19 %, mjestimice 40 %. Prosječni je obujam posječenih stabala iznosio 0,144 m³ za bor i 0,230 m³ za zrele neželjene vrste – jelu i libocedar. Proredom se uklonila otprilike polovica stabala i temeljnica. Rukovatelj je harvesteru sam birao stabla, uklanjajući defektne i preniske primjerke.

Opis obiju sastojina dan je u tablici 3.

Tablica 3. Struktura sastojine prije i poslije prorede

	Prirodno obnovljena šuma - 97 godina				Plantaža - 23 godine			
	stablo/ /ha	temelj- nica, m ² /ha	% od temelj- nice	prsni pro- mjer, cm	stablo/ /ha	temelj- nica, m ² /ha	% od temelj- nice	prsni pro- mjer, cm
	Prije				Prije			
Ukupno	455	54,1	100,0	34,0	893	32,0	100,0	20,1
Jela			47,2				4,7	
Cedar			41,1				0,9	
Bor			11,7				94,4	
	Poslije				Poslije			
	stablo/ /ha	temelj- nica, m ² /ha	% od temelj- nice	prsni pro- mjer, cm	stablo/ /ha	temelj- nica, m ² /ha	% od temelj- nice	prsni pro- mjer, cm
	Poslije				Poslije			
Ukupno	156	36,5	100,0	52,8	471	14,9	100,0	18,3
Jela			53,4				8,4	
Cedar			32,5				2,0	
Bor			14,1				89,6	

Istraživanje je trajalo 5 dana i provedeno je između 9. i 13. kolovoza 1999. Strojem je upravljao njegov vlasnik, iskusni vozač, koji ga je već koristio dvije godine. Shematski prikaz istraživanja nalazi se u tablici 4.

Tablica 4. Osnovni podaci o provedenom istraživanju

	Jed- nica	Prirodna šuma	Plantaža
Trajanje istraživanja	d	3	2
Ukupno vrijeme promatranja	h	32,8	9,8
Ukupno radno vrijeme (isključujući obroke)	h	29,2	8,6
Kratki odmori	h	2,1	0,5
Održavanje i popravci	h	7,6	1,7
Dostupnost mehanizacije	%	74,0	80,2
Valjana promatranja (opažanja)	kom.	1 065	415
Ukupno vrijeme valjanih opažanja	h	15,5	5,9
Posječena stabla (samo valjana opažanja)	kom.	1 065	415
Obujam posječenih stabala (samo valjana opažanja)	m ³	381	67

Velik udio ukupnoga radnoga vremena isključen je iz skupa valjanih opažanja. To se dogodilo zbog potrebe snimatelja da prikuplja neke druge podatke, teškoća ostvaraja ispravnoga snimanja svih pojedinosti nekih ciklusa, izlučivanja nepotpunih ciklusa, kao i isključenja proizvodnoga vremena u kojem je stroj korišten za neke druge poslove osim sječe.

Što se tiče načina sječe, rukovatelj je sjekao usporredne pruge, otprilike 15 m široke. Zatim je nastavio rad uzbrdo, počinjući od ceste i idući sve do grebena. Nakon dosizanja gornje granice vratio bi se natrag istim putem do ceste bez sječe.

Stabla bez ikakve tržišne vrijednosti posječena su i okresana da bi se ubrzala mineralizacija. Okresane grane i ovršci, bačeni pred traktor, korišteni su kao sredstvo protiv proklizavanja i oštećivanja tla.

Studij je vremena razdvojio radni ciklus s obzirom na njegov tijek, a točan je opis pojedinih vremenskih sastavnica dan u dodatku A.

4. Rezultati istraživanja

Glavni su rezultati istraživanja prikazani u tablici 5. Pretpostavljen je postotak iskoristivosti od 65 % (Brinker i dr. 1989). U prirodnoj je sastojini prosječna satno-strojna proizvodnost harvesteru bila 70 stabala/h, ili 25,1 m³/h. U plantaži je proizvodnost također dosegla brojku od 70 stabala/h, ali je učinak pao na manje od polovice zbog manjega prosječnoga obujma stabla.

Te su vrijednosti u skladu s onima u drugim sličnim istraživanjima provedenima u zapadnim Sjedinjenim Državama i Kanadi (Drews i dr. 1998, Hartsough i dr. 1977, Hunt i Mithell 1995, Kellogg i Bettinger 1994, Schroder i Johnson 1997, Spinelli i Hartsough 1999).

Utjecaj je teškoga terena i svojstava preborne sastojine jasno vidljiv: kretanje iznosi 25 do 30 % ukupnoga vremena ciklusa, dok je za uklanjanje podrasta utrošeno dodatnih 10 %. Ostali zadaci čine sljedećih 15 %, u što je uključeno pomicanje trupaca, stavljanje drvnih otpadaka pod kotače traktora te traženje doznačenih stabala.

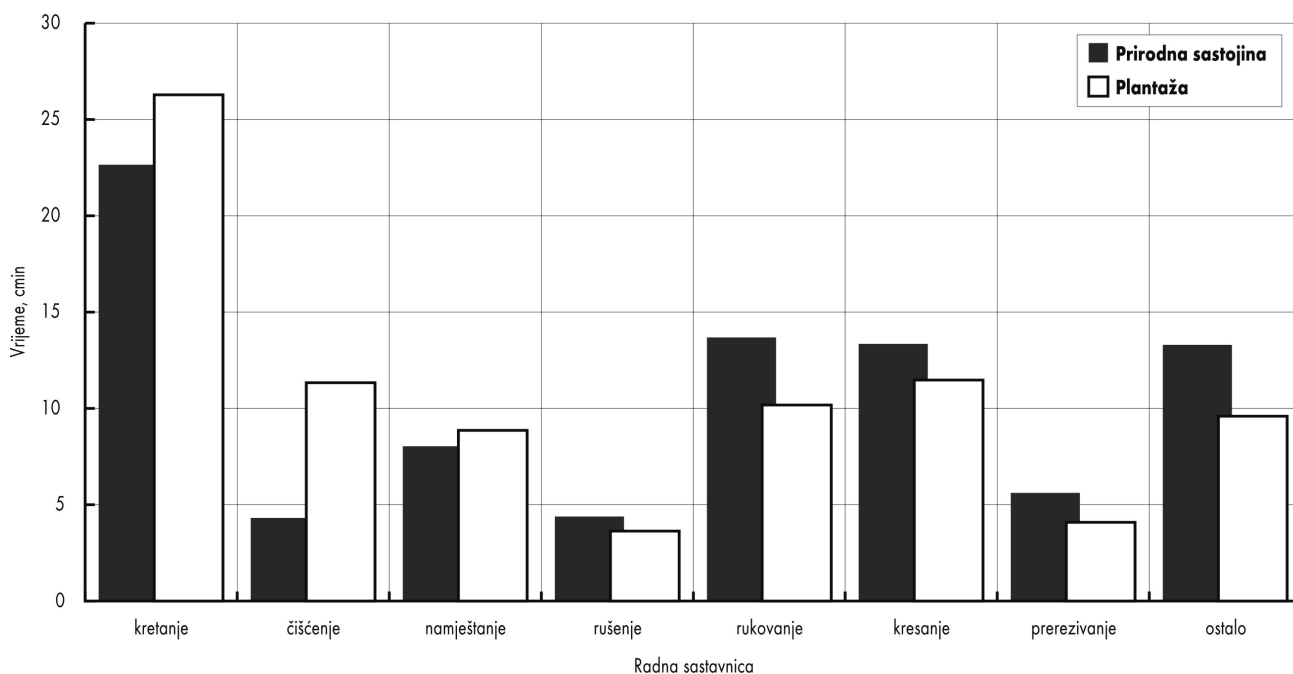
Sve u svemu, otprilike je pola vremena jednoga ciklusa utrošeno na pripremu proizvodnoga rada, a ne stvarnoga rada. Kresanje je grana išlo vrlo brzo unatoč veličini stabala i njihovoj granatosti. Zbog pojačanoga otpora pri kresanju grana mjerni se kotačići znaju proklizati i zaderati koru. Takva oderana kora ometa očitavanje duljine trupca. Kotačić za očitavanje duljine »skače« preko viseće kore i gubi kontinuitet mjerenja. Tada rukovatelj mora ponoviti cijeli postupak. Na tim visinama kolovoz je razdoblje megranja i stoga je ispitivanje provedeno u najnepovoljnijim uvjetima za rad procesora.

Tablica 5. Proizvodnost harvestera Valmet 500T

	Prirodna šuma			Plantaža		
Broj opažanja	1065			415		
Vremenska sastavnica	Srednja vrijednost	Normirno odstupanje	Udio u turnusu, %	Srednja vrijednost	Normirno odstupanje	Udio u turnusu, %
Kretanje, cmin	22,7	35,1	26,6	26,3	31,5	30,8
Čišćenje okoliša, cmin	4,3	10,3	5,1	11,3	21,8	13,3
Zauzimanje položaja, cmin	8,0	5,3	9,4	8,9	5,0	10,4
Rušenje, cmin	4,4	3,0	5,1	3,6	1,8	4,2
Rukovanje, cmin	13,7	15,9	16,0	10,2	12,8	11,9
Kresanje grana, cmin	13,3	14,4	15,6	11,5	12,1	13,4
Prerezivanje, cmin	5,6	5,1	6,6	4,1	3,7	4,8
Ostalo, cmin	13,3	24,2	15,6	9,6	25,2	11,2
Ukupno vrijeme ciklusa, cmin	85,3			85,4		
Trupac/ciklus, cmin	1,6			1,6		
Obujam/stablo, m ³	0,357	0,363		0,161	0,122	
Stablo/h *	70,3			70,2		
Stablo/h **	45,7			45,6		
m ³ /h *	25,1			11,3		
m ³ /h **	16,3			7,3		

* Proizvodno strojno vrijeme po stablu odnosno kubnom metru (engl. PMH)

** Sustavno strojno vrijeme po stablu odnosno kubnom metru (engl. SMH)



Slika 1. Ciklus sječe: raspodjela vremena po radnim sastavnicama

Zahvatna je glava Valmeta mogla rukovati i sa zakrivljenim stablima. S uskim se rašljama rukuje nevelikim otvaranjem noževa, tako da oni mogu po-
više udariti rašlje i odlomiti ih. Ako taj način ne bi

pomogao, operater može ispustiti stablo i premjestiti glavu tako da pila bude usmjerena prema rašljama kako bi ih prepilila. Tada se nadalje s dva trupca ru-
kuje odvojeno.

Prosječno vrijeme ciklusa gotovo je identično za stabla s plantaže i stabla iz prirodne sastojine. Naravno, trajanje je pojedinih radnih sastavnica različito.

Na plantaži je gusti podrast i nisko grananje stabala imalo najjači utjecaj na potrošnju vremena. Oboje smanjuje vidljivost, povećavajući vrijeme potrebno za pronalaženje doznačenih stabala i pristup njima. Doista, većina se vremena opisanoga kao »ostalo« sastojalo od potrage za ciljanim stablima. Vrijeme utrošeno na uklanjanje podrasta trajalo je dvostruko u odnosu na prirodnu sastojinu, a vrijeme namještanja stroja također je dulje zbog niskoga grananja stabala. S druge je strane rušenje, kresanje i izradba išlo ponešto brže jer su stabla bila manja i s tanjim granama.

Problem je s harvesterkim glavama koja imaju pilu lančanicu njihova bitna ranjivost reznoga sklopa. Ovo je istraživanje to potvrdilo, a rezultati su prikazani u tablici 6. Novi lanac može prepiliti 80 do 130 stabala, nakon čega je potrebna njegova zamjena. Za to vrijeme on ispadne s vodicice otprilike tri puta, i svaki je put na njegovo stavljanje utrošeno 2 – 3 minute. Ni izdržljivost lanca, ni učestalost ispadanja nisu češći nego pri motorno-ručnoj izradbi (»procesiranju«) sortimenata. Mnogo ovisi o vidljivosti. U

plantaži su gusti podrast i nisko grananje otežali rukovatelju harvesterom primjećivanje prepreka u blizini žilišta stabala, što može objasniti veću učestalost i ispadanja lanca s vodicice i njegove zamjene.

Podaci su analizirani statistički radi utvrđivanja odnosa koji upravljaju postupkom sječe. Na temelju se toga razvio niz regresijskih modela koji mogu pomoći prilikom predviđanja utroška vremena kao funkcije najznačajnijih nezavisnih varijabli.

Prognostički su modeli dobiveni iz izrađene studije prikazani u tablici 7. Svi su pojmovi u jednadžbama visoko signifikantni ($p < 0,01$), ali je mali broj njih odgovoran za više od polovice varijabilnosti. To je i logično u ovakvu mnogoolovnom (tzv. visoko varijabilnom) postupku, na koji utječe niz čimbenika, od kojih ne mogu svi biti uključeni u prikupljanje podataka.

Vrijeme utrošeno na rukovanje stablom, kresanje grana i prerezivanje usko je povezano sa značajkama stabla, njegovim obujmom i granatošću. Čini se da ta dva čimbenika umnožavaju svoj učinak (imaju tzv. aditivni efekt), jer se dobila najjača korelacija s funkcijom varijable »obujam \times granatost«. To znači da je utrošak vremena velik i za velika i za granata stabla, dok je puno veći za stabla koja su i velika i granata.

Nije pronađena signifikantna razlika u vremenima rukovanja, kresanja grana i prepiljivanja različitih vrsta drveća: druge su varijable (tj. veličina, granatost) u jednadžbama odgovorne za trajanje tih vremenskih sastavnica.

Testovi ANOVA (engl. *Analysis of variance*) također su pokazali da je niz vremenskih sastavnica po svom trajanju dulji u plantaži nego u prirodnoj sastojini.

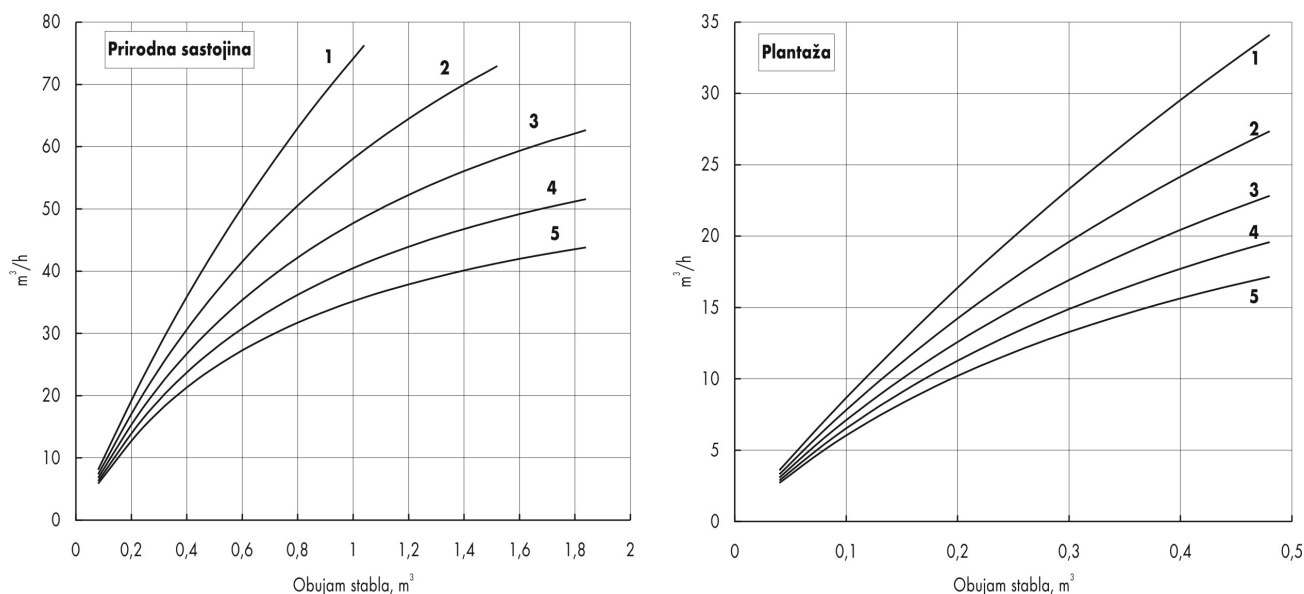
Dijagrami se na slici 2 temelje na tim odnosima i omogućuju predviđanje proizvodnosti kao funkcije obujma i granatosti stabla.

Tablica 6. Trajanje lanca pile i održavanje

Sastojina	Prirodna šuma	Plantaža
Broj stabala	1065	415
Broj lanaca	8	5
Broj ispadanja lanca	19	15
Stablo/lanac	133,1	83,0
Stablo/ispadanje lanca	56,1	27,7
Vrijeme utrošeno za namještanje lanca, cmin	332,9	211,1

Tablica 7. Odnosi proizvodnosti (izvorno u *anglosaskim* mjernim jedinicama i oznakama)

Vrijeme, cmin	Regresijska jednadžba	r^2	Broj opažanja
kretanje =	$22,65 + 4,92 \text{ (plant. dummy)}$	-	1399
čišćenje =	$4,32 + 6,27 \text{ (plant. dummy)}$	-	1399
namještanje =	$8,04 + 0,87 \text{ (plant. dummy)}$	-	1399
rušenje =	$2,82 + 1,41 \text{ (Br} \cdot \text{Vol)}$	0,419	1399
rukovanje =	$1,69 + 1,34 \text{ (Br)} + \{8,12 + 5,65 \text{ (plant. dummy)}\} \cdot \text{Br} \cdot \text{Vol}$	0,472	1399
kresanje =	$-0,55 + 2,36 \text{ (Br)} + \{4,1 + 9,53 \text{ (plant. dummy)}\} \cdot \text{Br} \cdot \text{Vol}$	0,541	1399
prerezivanje =	$1,23 + 4,94 \text{ (Vol)} + 0,40 \text{ (Br)} + \{1,41 + 1,41 \text{ (plant. dummy)}\} \cdot \text{Br} \cdot \text{Vol}$	0,553	1399
ostalo =	$13,30 - 4,37 \text{ (plant. dummy)}$		1399
Gdje je:	$\text{Vol} = \text{obujam stabla (ft}^3 = \text{stopa}^3 = 0,03 \text{ m}^3)$ $\text{Br} = \text{granatost (faktor/koefficient)}$ $\text{plant. dummy} = \text{Plantation dummy (varijabla)} = 1 \text{ ako su borova stabla s plantaže, inače je } 0$		



Slika 2. Proizvodnost po proizvoljnom strojnom satu (engl. PMH) u ovisnosti o obujmu stabla za svaki razred granatosti

5. Zaključci

Valmet 500 T svladava težak teren i dovoljno je prilagodljiv da bi poslužio pri sječi različitih tipova sastojina.

Tijekom istraživanja stroj je svladavao strme nagibe te proredio prirodnu sastojinu i plantažu.

Teže je bilo sjeći u plantaži zbog gustoga podrasta i niskoga grananja stabala. Proizvodnost je nadalje smanjena zbog vrlo malenoga obujma stabala.

Proizvodnost harvesterata ovisi o brojnim čimbenicima, od kojih su obujam i oblik stabla najvažniji. Studija je iznjedrila niz ovisnosti koje omogućuju izračunavanje proizvodnosti u ovisnosti o obujmu i granatosti stabla. Rezultati su prikazani u grafičkom obliku i spremni su za neposrednu uporabu.

Radni je ritam stroja vrlo brz, što pomaže u obradbi malih stabala. Iskorištavači smatraju da je harvester za rad na pridobivanju sortimenata isplativ ako posječeno stablo u sebi sadrži barem jedan mali pilanski trupac.

Što se tiče gornjih granica, stroj može posjeći stabla do obujma od 1,6 m³. Prirodne sastojine mogu sadržavati neka stabla koja prelaze tu granicu; takva bi trebalo srušiti sjekač unajmljen u tu svrhu na motorno-ručni način.

Hidraulična motorna pila lančanica na harvesterima europskoga tipa ponešto je osjetljivija nego kružne pile kakve se rabe na strojevima za sječu i izradbu te prikupljanje, ili na nekim američkim harvesterima. Provjera tijekom istraživanja je potvrdila da problem nije toliko ozbiljan koliko se to naglašava.

Sortimentni je način rada vrlo zanimljiv jer nudi dobrotu ograničenoga utjecaja na okoliš, jednostavnije održavanje i logistiku te povećanu udobnost operatera. Moderna samopodešavajuća podvozja i učinkovite harvesterke glave omogućuju sortimentni način rada na teškim terenima i u prebornoj sječi, dakle i u područjima koja su, kako se ranije smatralo, izvan granice njihove primjene.

Zahvala

Autori zahvaljuju Gregu Crumu te Timu i Bradu Royceu za njihovu pomoć tijekom provedbe ovoga istraživanja.

6. Literatura

- Brinker, R. W., Miller, D., Stokes B. J., Lanford, B. L., 1989: Machine rates for selected forest harvesting machines. Circular 296, Alabama Agric. Exp. Station, Auburn University, str. 24.
- Drews, E., Hartsough, B., Doyal, J., Kellogg, L., 1998: Comparison of forwarder CTL and skyline yarder CTL systems in a natural, eastern Oregon stand. Proceedings 21st Annual COFE Meeting, Portland, OR, July 20–22, str. 6.
- Emeyriat, R., Picorit, C., Reuling, D., 1997: Perspectives de la mécanisation du bûcheronnage du pin maritime – Information Forêt. AFOCEL, Fiche 561, n. 4, str. 6.
- Hartsough, B., Drews, E., McNeel, J., Durston, T., Stokes, B., 1997: Comparison of mechanized systems for thinning Ponderosa pine and mixed conifer stands. Forest Products Journal, 47(11–12): 59–68.

Hunt, J., Mitchell, J., 1995: Harvesting system: cut-to-length in »Compendium of commercial thinning operation and equipment in western Canada«. FERIC Special Report SR-108.

Kellogg, L., Bettinger, P., 1994: Thinning productivity and cost for a mechanized cut-to-length system in the North-west Pacific Coast Region of the USA. Journal of Forest Engineering, 5(2): 43–53.

Raymond, K., McConchie, M., Evanson, T., 1988: Tree length thinning with the Lako harvester – LIRA Report, 13(11): 6.

Schroder, P., Johnson, L., 1997: Production functions for cut-to-length harvesting in bunched and unbunched material. Proceed. 20th Annual COFE Meeting, Rapid City, SD, July 28–31, 1997, 52–61.

Spinelli, R., Hartsough, B., 1999: Steep-terrain harvesters in the US. Forest Machine Journal, 2, 20–21.

Dodatak A – Opis radnih sastavnica

Radno-vremenske sastavnice:	<ul style="list-style-type: none"> > kretanje = bilo koje vrijeme u kojem se pokreću gusjenice > čišćenje okoliša = uklanjanje podrasta, sušaca itd. > namještanje = međuvrijeme od prestanka kretanja (zaustavljanja gusjenica) do početka rada (piljenja) pile > rušenje = vrijeme od početka rada pile do trenutka početka padanja stabla > rukovanje = bilo koje vrijeme dok glava na harvesterskoj ruci drži prepiljeno stablo, pod uvjetom da harvester ne radi bilo koji drugi posao (npr. kreše grane i sl.) > kresanje grana = pomicanje posječenoga drva u zahvatu noževa > prerezivanje = bilo koje poprečno prerezivanje drva pilom > ostalo = bilo koje preostalo proizvodno vrijeme, uglavnom čišćenje okoliša od raznih prepreka, uhrpavanje šumskoga ostatka, uklanjanje ovršine te pokušaj određivanja sljedećega ciljnoga stabla
-----------------------------	--

Adresa autora:

Raffaele Spinelli
CNR/Istituto per la Ricerca sul Legno
via Barazzuoli 23
I-50136 Firenze
ITALY
e-mail: spinelli@ivasliva.cnr.it

Bruce Hartsough
Biological & Agricultural Engineering
University of California
One Shields Avenue
CA 95616 Davis
USA
e-mail: brhartsough@ucdavis.edu

Značajke rada bagerom pri djelomičnoj sječi appalachijskih sastojina tvrdih listača

Andrew F. Egan

Sažetak

Strm i neravan teren središnjega dijela Appalachijskih planina velik je izazov uobičajenim načinima privlačenja drva vučom po tlu. Privlačenje kotačnim traktorima, što je najčešći način izvlačenja drva u ovom području, uobičajeno uključuje gradnju skupoga sustava šumskih prometnica koje otvaraju ili presijecaju tlo, što može uzrokovati njegovu eroziju i kasniju sedimentaciju. Uz to, u ovoj je regiji rijetka čista sječa. Naime, većina je šumskoga zemljišta u vlasništvu neindustrijskih privatnih vlasnika, koji cijene pogodnosti djelomičnoga prebornoga iskorištavanja. Iskorištavanje šuma pomoću dodatnih bagerskih alata, način je rukovanja drvom po tlu bagerom, koji umjesto uobičajene vedrice kao zahvatne lopate ima hvatalo poput kliješta okrenuto prema dolje, s kojim može prihvaćati i izvlačiti posječeno drvo s manje utjecaja na šumsko tlo od onoga koji se događa pri uvriježenom radu s kotačnim skiderom. Okolnost da je moguća raščlamba tabličnih podataka pokazala: (a) umjerenu ovisnost obaju načina privlačenja (bagerom i kotačnim traktorom) i učestalost ozljeđivanja preostalih stabala, s posebnom izloženosti oštećivanja debela; pri radu bagerom na promatranjoj je površini utvrđen veći broj oštećenih debala nego pri privlačenju skiderom; (b) da je broj ozbiljnih oštećenja debala neovisan o načinu izvlačenja. Analiza varijance pokazuje da nema signifikantne razlike između tih dvaju načina rada u odnosu na veličinu ozljeđa na deblu ($p = 0,730$). Na temelju rezultata studije privlačenje bagerom može biti, u nekim uvjetima, prihvatljiva radna inačica uz uobičajeno izvlačenje kotačnim traktorima. Pritom treba raditi oprezno kako bi se smanjio broj oštećenih preostalih stabala, dok je signifikantno manje poremećaja tla. Na temelju rezultata studije bagersko prikupljanje drva može biti u određenim situacijama održiva zamjenska mogućnost uobičajenim kotačnim skiderima, ali se postupak mora upotrijebiti pažljivo da bi se smanjilo oštećivanje preostale sastojine. Bagerska uporaba može smanjiti na najmanju mjeru izgradnju traktorskih vlaka, posebno u planinskim uvjetima kakvi su u appalachianskom području, kao i osjetljivim talnim područjima s površinama na kojima postoje vodene plohe. Osim toga, na sjeveru SAD-a bagersko privlačenje drva može pomoći u protezanju sječne sezone u proljetno doba raskvasenoga tla, kada se uobičajeni radovi s kotačnim skiderima ne mogu obavljati dulje vrijeme bez značajnijega gaženja i zbijanja tla.

Ključne riječi: bageri na sječi i privlačenju, zbijanje tla, gaženje tla, oštećivanje preostale sastojine

1. Uvod i dosadašnje spoznaje

Kao i većina središnjega Appalachijskoga gorja, strma i nejednaka topografija zapadne Virginije pridonosi jednomu od najtežih uvjeta pridobivanja drva u istočnim dijelovima Sjedinjenih Američkih Država. Iako su žičare odavno prisutne u tom području, njihova je učinkovitost sporna, a u šumarstvu nisu prihvaćene s oduševljenjem, tako da još uvijek prevladavaju uhodani načini izvlačenja drva kotačnim traktorima i/ili buldožerima (prilagođenim

šumskim gusjeničnim traktorima). No, uobičajeni postupci izvlačenja drva često zahtijevaju izgradnju skupih traktorskih vlaka (Layton i dr. 1992), koje katkada stoje i do deset posto profita od prodaje drva (Kochenderfer 1977, Mitchell i Trimble 1959). Također, izgradnja tih cesta često uzrokuje pretvorbu plitke potpovršinske vode u površinske tokove preko izloženoga tla, povećavajući mogućnost erozije i kasniju sedimentaciju (Egan 1999a). Iako se zapadnovirdžinska »najbolja gospodarska praksa« – NGP (engl. *Best Management Practices*) pokazala djelotvor-

nom pri nadziranju neodređenoga izvora onečišćenja nastalo pri sječi (Kochenderfer i dr. 1997), a udovoljavanje NGP-u odnosno sukladno djelovanje s njim sve je prisutnije posljednjih petnaest godina (Egan i dr. 1998), zabrinutost unutar šumarske zajednice o nepovoljnim učincima izgradnje traktor-skih vlaka još je uvijek prisutna (Egan i dr. 1996).

Kao i u velikom dijelu središnjega Appalachijskoga gorja, vlasnici neindustrijskih privatnih šuma drže većinu komercijalnoga šumskoga zemljišta u zapadnoj Virdžiniji (Birch i dr. 1992). Iako prihod tjeru većinu šumoposjednika da iskorištavaju šume (Egan i Rowe 1997), čista se sječa rijetko provodi na tom području jer većina vlasnika stavlja na visoko mjesto prednosti povezane s postojanjem održivoga šumskoga sklopa, posebice mogućnost rekreacije na šumištu i krajobraznu ljepotu (Birch 1996). Kao rezultat svega redovito se pojavljuje *promjer stabla* kao ograničavajući čimbenik (Raschka 1998), unatoč pitanjima šumovlasnika iz šumarske zajednice o učinku toga mjerila na kakvoću i održivost šuma (Dwyer i Kurtz 1991).

U takvim je okolnostima istraživanje mogućnosti drugačijega izbora načina izvlačenja drva koje pravodobno ograničava izgradnju cesta odnosno vlaka. Iskorištavanje šuma bagerom koji po svojoj naravi radi na tlu i u tlu, bager se rabi s učvršćenim hvatačem otvorenim prema dolje, koji služi za prihvat i držanje trupaca (tzv. kliješta), ugrađenim umjesto vedrice za kopanje i zahvat zemlje, istražilo je više istraživača (Brown i dr. 1993, Fischer 1997, Floch 1988, Kockx 1990). S nekoliko iznimaka (Sloan 1992, Egan 1999b), ta su istraživanja provedena prilikom čistih sječa u zapadnoj Americi i Kanadi, dok je istraživanje učinkovitosti načina u prebornim sječama ograničeno na studiju učinka bagerskoga privlačenja na preostalu sastojinu središnjega Appalachijskoga gorja (Egan 1999b). Ipak, sposobnosti toga sustava glede dosezanja, podizanja i prenošenja oborenih stabala, bilo na pomoćno ili glavno stovarište, za vuču po zemlji ili vitlanje (prethodnu vuču do bagera) ukazuju na iskoristivu mogućnost u širokom rasponu iskorištavačkih djelatnosti.

Cilj je ovoga istraživanja da usporedi oštećenja preostale sastojine i promjene u površinskom sloju tla nakon izvlačenja drva bagerom ili uvriježenoga načina kotačnim skiderom. Primijenjeni uzgojni postupak bila je tzv. *odgodna sječa*, razvijena kao prvotno jednodobna, estetska inačica čistoje sječi. Taj je način rada, češće primjenjivan u europskim šumama nego u SAD-u, ostavljao temeljnicu od otprilike 20 ft² (četvornih stopa; 20 ft² = 1,86 m² → točnije 1 ft² = 0,092 903 m²) po jutru/ralu (1 acre = 0,40 ha → točnije 1 acre = 0,404 686 ha) vrlo kvalitetnih dominantnih i sudominantnih stabala. Ostavljena su stabla uklo-

njena, uvjetno vraćena vlasnicima, kada je obnovljena sastojina bila pri kraju svoje ophodnje. Stoga se odgodna stabla općenito biraju na temelju proizvodnje sjemena, fenotipa i očekivane dugovječnosti.

2. Ispitni postupci

Obavljena su tri ponavljanja na oko 5 jutara/rali (oko 2 ha) šumišta, svako iskorištavano bagerom i uvriježenim kotačnim skiderom slučajno doznačenih stabala za djelomično odgovodno pridobivanje drva appalachijskih sastojina tvrdih listača u sjeverozapadnoj Virdžiniji. Na pokusnom području prevladava zajednica tala opisana kao umjereno do vrlo strmo, dobro drenirano, brdsko tlo (tzv. *Gilpin-Culleoka-Upshur* prema USDA Soil Conservation Service 1982). Nagib se radnoga područja kretao 2 – 18 %, s prosječnim nagibom od preko 8 %. Granice su svakoga od šest pokušajista detaljno izmjerene da bi odgovarale veličini od oko pet jutara te su postavljeni međuprostori širine 132 ft (stope; 132 ft = 40,25 m → točnije 1 ft = 0,304 8 m; 1 m = 3,280 84 ft) između susjednih područja. Svaka je razmatrana ploha pregledana prije sječe te je postavljeno devet primjernih točaka od 0,1 jutra (0,04 ha) po području. Rezultati su pregleda pokazali da su radna područja međusobno usporediva, izuzev područja 1 s najvećom i područja 4 s najmanjom drvnom zalihom (tablica 1).

Drveće je unutar svakoga razmatranoga područja označeno za odgovodnu sječ. Svrha je bila da nakon sječe ostane spomenuti dio sastojine s temeljnicom od prije navedenih 20 ft² (četvornih stopa; 20 ft² = 1,86 m²) temeljnice, podržavajući na taj način drvenu zalihu i obrast kakav bi ostao nakon naplodnoga sijeke, potonjega letvenjaka pri naplodnoj sječi ili odgovodne sječe (Smith i dr. 1989). Razvijene su sljedeće smjernice glede označivanja stabala:

- samo zdrava, dugoživa stabla s budućim drvnim potencijalom trebaju izgrađivati preostalu sastojinu
- preostala stabla trebala bi biti od 12 do 17 in (inč = palac, col; 12 in – 17 in \approx 30,5 cm – 43,2 cm); stabla manja ili veća od toga raspona mogu biti ostavljena radi postizanja odgovarajućega rasporeda
- prosječna udaljenost između odabranih stabala trebala bi biti od 50 do 60 ft (stope; 50 ft – 60 ft \approx 15,2 m – 18,3 m).

Ljeti su 1996. godine označena stabla koja trebaju ostati, a sva su se ostala trebala posjeći i izvući, ili posjeći i ostaviti u sastojini ako nisu imala tržišne vrijednosti. Nakon označivanja, ali prije sječe, jedva je vidljivo obročano svako označeno stablo na žilistu s aluminijskom trakom. Istodobno je napravljena procjena vrsta drveća, prsnih promjera te stanja

Tablica 1. Nasumce određena doznaka, područje rada, sredstva rada, broj stabala po hektaru prije sječe, temeljnica po hektaru, drvena zalaha po hektaru, s pridruženim normirnim pogriješcima i varijacijskim faktorima

Radni postupak			Pokusna stabla		
Područje	Sredstvo rada	površina	stablo/ha	temeljnica	obujam
		ha		m ² /ha	m ³ /ha (cords/acre)*
1	skider	2,01	263,47	32,35	119,10 (13,32)
normirna pogriješka			8,50	14,81	1,97
varijacijski faktor, %			23,90	31,53	44,48
2	skider	1,97	192,12	22,98	80,29 (8,98)
normirna pogriješka			6,19	10,04	1,27
varijacijski faktor, %			23,86	30,08	42,37
3	skider	1,96	181,12	23,56	88,97 (9,95)
normirna pogriješka			6,67	8,59	1,32
varijacijski faktor, %			27,27	25,11	41,38
4	bager	2,04	166,72	17,55	54,27 (6,07)
normirna pogriješka			9,01	8,28	0,77
varijacijski faktor, %			37,77	30,62	35,78
5	bager	1,96	172,90	20,98	78,33 (8,76)
normirna pogriješka			12,82	12,56	1,77
varijacijski faktor, %			51,79	38,85	56,99
6	bager	1,94	197,60	21,56	76,98 (8,61)
normirna pogriješka			7,56	9,23	1,34
varijacijski faktor, %			26,73	27,78	44,05

* Za obujam složenoga drva (oblica, cjepanica ...) rabe se sljedeće angloameričke jedinice (jednometersko je drvo složeno u kocku čiji su bridovi 1 m):
 cord (short) = 8 ft × 4 ft × 3 ft = 96 ft³ = 2,71 m³ (pov. prm – prostorni metar)
 stack = 12 ft × 3 ft × 3 ft = 108 ft³ = 3,06 m³
 cord (standard) = 8 ft × 4 ft × 4 ft = 128 ft³ = 3,62 m³
 cord (long) = 8 ft × 4 ft × 5 ft = 160 ft³ = 4,52 m³
 fathom = 6 ft × 6 ft × 6 ft = 216 ft³ = 6,12 m³
 (v. M. Brezinščak, Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti, str. 670, TK-Zagreb, 1971).

debala i krošanja. Drvo je sa svih šest pokušališta prodano na licitaciji jednomu poduzetniku koji je posjedovao bager s dograđenim klijestima za prihvat trupaca/stabala, sjekačku glavu s mogućnošću skupljanja srušenih stabala oznake Hydro-Ax 411 (engl. *feller-buncher*), nekoliko skidera (šumskih zglobnika) s hvatalom otvorenim prema dolje (>klijestima<) za prihvat i iznošenje drva iz šume s jednim podignutim krajem. Sječa je na svih šest ploha započela tijekom jeseni iste godine. Stabla su usmjereno rušena u prije određenom smjeru pomoću strojnoga sustava za rušenje i skupljanje, a motornom pilom samo stabla većih promjera. Oborena su stabla potom okresana te im je motornom pilom odsječena ovršina. Rukovatelj je bagerom počeo rad iz unut-

rašnjosti svake od triju ploha, pokupivši trupce podizanjem i njihajući ih odvlačio prema zajedničkoj vlaci svih šest pokušališta. Odatle su trupci privlačeni skiderom s hvatalom/klijestima na zajedničko stovarište za oba načina rada. U područjima rada skiderom privlačeni su trupci pune duljine (debljina metoda) do vlake i nastavno do pomoćnoga stovarišta.

2.1. Prikupljanje terenskih podataka

2.1.1. Oštećenje sastojine

Podaci su o oštećenosti sastojine prikupljeni na svim preostalim stablima svih šest ploha neposredno nakon sječe i izvlačenja. Dodatno, oštećenost preostale sastojine na pokušalištima gdje se radilo bagerom, procijenjena je odmah nakon sječe, ali prije izvlačenja. Takve se procjene na plohama gdje je radio skider nisu mogle načiniti zbog prekratkoga vremena između sječe i izvlačenja. Na svim su preostalim stablima procijenjena oštećenja debela i krošnje. Samo se otvorene rane debela (ozljede pri kojima je kora odstranjena, a drvo je izloženo daljemu propadanju) izvješćuju kao otvorene ozljede kambija prema Lamsonu i dr. (1984) te iskazuju u *četvornim inčima*. Zabilježeno je i mjesto ozljede na deblu. U slučajevima kada je ozljeda bila previsoko na deblu, nije se mogla izmjeriti te je procijenjena.

2.1.2. Promjene u površinskom sloju tla

Nakon sječe i privlačenja utvrđena je promjena površinskoga sloja tla te izmjerena na ravnim presjecima smještenima okomito na granice područja. Smještanjem presjeka na taj način oni su bili sličniji križanjima vlaka i bagerskih tragova, jer je taj obris karakteristično smješten uzduž konture. Azimut korišten za svako pokušalište prethodno je određen tako da ide okomito na konture (granice područja), ali ne prelazi glavnu graničnu vlatu s pokušalištem. Presjeci su smješteni u razmacima od 50 ft (stopa; 50 ft = 15,24 m), s tim da je prvi presjek udaljen 25 ft (7,62 m) od glavne vlake. Početak je svakoga presjeka označen s obročanom trakom (pločicom). Mjerna je vrpca duljine 300 ft (91,44 m) rastegnuta u smjeru azimuta i zabilježene su samo promjene uzduž vrpce. Mjereni razredi promjena, modelirani prema Martinu (1988), uključuju:

- 1) nema dokaza o kretanju bilo kakvih vozila
- 2) kretanje strojeva (traktora ...) za izvlačenje drva: (a) primarna vlaka (glavna arterija za izvlačenje s njezinom izloženom površinom tla promjenama); (b) sekundarna vlaka (površinski sloj tla obično nije potpuno izložen djelovanju voznih posljedica); (c) bagerska vlaka; (d) vlaka za bager s uređajem za rušenje i skupljanje

- 3) zbijanje tla od trupaca
- 4) pokrivenost drvnim ostatkom: (a) malena (malo ili bez grana); (b) srednja (vidi se ponešto tla – velike grane na tlu); (c) velika (tlo se u načelu ne vidi – prekrivaju ga ovršine stabala)
- 5) bez tla (npr. panjevi, veliko kamenje)
- 6) uklonjeni listinac: (a) 0 – 25 % uklonjenoga; (b) 26 – 75 % uklonjenoga i (c) >75 % listinca uklonjeno.

Budući da su uzduž presjeka bili prisutni gotovo svi razredi promjena (izuzev teških drvenih otpadaka i slučaja da nema tla), korišten je sustav slučajnoga odabira uzimanja uzoraka tla na lokaciji na kojoj je ustanovljeno zbijanje tla. Metoda je odabira dopustila jednu od četiriju mogućnosti uzimanja uzoraka pri svakoj promjeni razreda talnoga poremećaja. Taj je postupak rezultirao s 271 uzorkom tla u oba pokusa zajedno. Kovinski je uređaj s promjenjivim valjcima za uzimanje uzoraka korišten za skupljanje probnih talnih valjaka (uzoraka) tla. Na svakoj su lokaciji uzduž trake uzimana tri stanišna uzorka tla (jedan za negaženo područje). Na mjestima prolaska skidera ili bagera uzorci su uzeti iz kolotraga. Na većim površinama s promjenama zbog rada stroja za obaranje i skupljanje (tzv. *feller-buncher*) uzorci su skupljeni u depresijama koje su stvorili kotačni pneumati. U slučajevima prisutnosti organske tvari na mjestima skupljanja uzorka, ona je pažljivo uklonjena radi izbjegavanja zbijanja tla, tako da uzorci sadrže isključivo mineralnu sastavnicu tla. Budući da komadići stijena i kamenje imaju veću gustoću od tla, izbjegnuti su uzorci koji ih sadrže. U slučaju susretanja s većim i velikim komadima kamenja na mjestu za vađenje uzorka, oni su se vadili odmah do stijene.

Pri skupljanju se uzoraka uređaj za uzimanje, tzv. ekstraktor, drži vertikalno, te uvrta u tlo dovoljno duboko da se valjak napuni uzorkovanim tlom. Tada se ekstraktorski uređaj pažljivo izvadi iz zemlje. Rukavac se na dnu ukloni, kao i valjak za uzorak te prostorni cilindar. Dva su valjka razdvojena, a nožem se odreže tlo koje prelazi dno valjka za uzorak. Uzorci se tla iz valjka prenose u obročane plastične vrećice radi daljnjega rukovanja pri prijenosu u laboratorij.

2.1.3. Laboratorijski postupci

U laboratoriju su uzorci tla smješteni u izvagane i obročane kovinske posude. Posude se stavljaju u pećnicu na 105 °C do postizanja stalne temperature (Blake i Hartage 1986). Nakon otprilike 14-satnoga sušenja u pećnici svaka se od posuda s tlom ohladi na sobnu temperaturu i odredi joj se masa (težina). Posude se vraćaju u jednako zagrijanu pećnicu na još

najmanje tri sata prije drugoga hlađenja i vaganja u vremenu od jedne sekunde. Odvage se zabilježe i gustoća se tla određuje ovim odnosom:

$\rho = m_0 / V$

gustoća tla = prosušena masa tla, g/obujam, cm³

3. Rezultati i rasprava

Kao što je i planirano, preostale su sastojine za dva načina rada bile vrlo slične. Nakon sječe bilo je 17,4 stabla po jutru/ralu na područjima rada skiderom i 16,9 stabala po jutru u područjima rada bagerom. Srednji prsni promjer preostalih stabala na oba načina zajedno bio je 14,9 in (~37,85 cm → 1 in = 2,54 cm) (normirna grješka = 0,10 in = 0,254 cm), s rasponom 9,5 – 21,7 in (24,13 – 55,12 cm). Srednji je prsni promjer u području rada bagerom bio 14,6 in (= 36,83 cm; normirna grješka = 0,15 in = 0,38 cm) i 15,2 in (= 38,61 cm; normirna grješka = 0,13 in = 0,33 cm) u području rada skiderom (tablica 2).

Tablica 2. Sažetak uvjeta u sastojini nakon sječe i privlačenja: broj stabala, prosječni prsni promjer, temeljnica, oštećenja debla

Veličine	Način rada	
	skider	bager
Broj stabala	255	248
Stablo/ha	42,93	41,74
Srednji prsni promjer, cm	38,68	37,21
Temeljnica, m ² /ha	5,09	4,54
Prosječna ozljeda po stablu, cm ²	173,61	187,22
Postotak stabala s oštećenjem debla, %	32,5	40,6
Broj stabala s oštećenjem debla manjim od 645,16 cm ² (100 in ²)	60	80
Postotak stabala s oštećenjem debla manjim od 645,16 cm ² (100 in ²), %	23,5	32,2
Broj stabala s ozbiljnim oštećenjem, većim od 645,16 cm ² (100 in ²)	23	21
Postotak stabala s ozbiljnim oštećenjem, većim od 645,16 cm ² (100 in ²), %	9,0	8,5

3.1. Oštećenje sastojine

Prosječna je ploština oštećenja na stablima za oba načina rada zajedno iznosila 28,0 in² (28 in² = 181 cm²; normirna grješka = 3,05 in² = 19,68 cm² → in² = 6,451 = 6 cm²), dok je pojedinačno prosječno oštećenje iznosilo 29,0 in² (29 in² = 187,10 cm²; normirna grješka = 4,49 in² = 28,98 cm²) kod rada bagerom i 26,9 in² (26,9 in² = 173,54 cm²; normirna grješka = 4,16 in² = 26,84 cm²) kod privlačenja skiderom. Otprilike je 32,5 % preostalih stabala u radnom području skiderom bilo ozlijeđeno. Rezultati oštećenja preostale sastojine pri-

lično su sukladni s pokusnim odgovornim sječama u zapadnoj Virdžiniji, u kojima je zabilježeno da je 31 % preostalih stabala zadobilo barem jednu otvorenu ozljedu pri klasičnoj vuči po tlu. Štoviše, Nichols i dr. (1994) utvrdili su da je 22 – 44 % preostalih stabala ozlijeđeno pri uporabi motornih pila i skidera opremljenih s vitlenom užadi u prebornoj sječi sjevernih šuma tvrdih listača. U istoj je studiji zabilježeno ozljeđivanje 20 – 31 % preostalih stabala (donjega dijela) kada je primijenjeno mehanizirano rušenje i skider s hvatalom (klijestima) okrenutim prema dolje (tzv. *grapple skidder*). Otprilike 28 % ozlijeđenih stabala (9,0 % svih preostalih stabala u radnom području) imalo je ozljede veće od 100 in² (645,16 cm²) koje su ocijenjene kao »ozbiljne« i kao mjesto buduće truleži. Otprilike je 41 % preostalih stabala u područjima rada bagera ozlijeđeno; 20,8 % od njih (8,5 % od svih preostalih stabala toga pokusa) imalo je ozljede veće od 100 in² (645,16 cm²) (tablica 2). Oprečno frekvenciji ozbiljnih ozljeda pronađenih u ovoj studiji, Smith i dr. (1989) izvijestili su da je 13 % preostalih stabala odgovodne sječe u njihovoj studiji zadobilo ozbiljna oštećenja.

3.2. Analiza oštećenja stabala

U studiji nije praćen učinak na određenom pokušalištu. Hi-kvadrat test naznačio je neovisnost između ispitnih područja te pojavu ili izostanak oštećenja stabala (p -vrijednost = 0,242; G -kvadrirana p -vrijednost = 0,233) (tablica 3). U dodatku analiza varijance nije pokazala značajnu (signifikantnu) razliku između šest ponavljanja u količini oštećenja po stablu (F = 1,501; p -vrijednost = 0,188).

Ipak, Hi-kvadrat test upućuje na postojanje ovisnosti dvaju načina rada (skider : bager) i odnosnih oštećenja stabala. Kada je oštećenje stabla karakterizirano kao (a) nema oštećenja, (b) ≤ 100 in² (645,16 cm²) i (c) > 100 in² (»ozbiljna« ozljeda), Hi-kvadrat test upućuje na umjerenu povezanost između radnoga postupka i razredbe oštećenja (p -vrijednost = 0,097; G -kvadrirana p -vrijednost = 0,096) (tablica 3). Tablični Hi-kvadrat u ovoj analizi otkriva blisku povezanost opažanoga i očekivanoga »ozbiljnoga« oštećivanja pojedinih načina (tablica 4). Naposljetku, analiza varijance ne ukazuje na signifikantnu razliku (α = 0,05) između pojedinih pokusa u prosječnoj količini oštećenja po stablu (F = 0,120; p -vrijednost = 0,730).

Od drugih proučavanih varijabli čini se da je prsni promjer preostalih stabala povezan s (a) pojavom

Tablica 3. Hi-kvadrat test između pokušališta i oštećenosti stabla (dihotomska da/ne varijabla); rad skiderom i bagerom i a) je li stablo oštećeno (podvojnosa, tzv. dihotomska da/ne varijabla) i b) stupanj oštećenosti – tri razreda: nema oštećenja, manje ili jednako 645,16 cm² (100 in²), veće od 645,16 cm² (100 in²)

Varijable	Hi-kvadrat (χ^2)	G-kvadrirana
	p -vrijednost	
pokušalište \times oštećenje (da/ne)	0,242	0,233
radni postupak \times oštećenje (da/ne)	0,062	0,062
radni postupak \times stupanj oštećenja	0,097	0,096

Tablica 4. Opažane i očekivane frekvencije i tablični Hi-kvadrat rezultati analize vjerojatnosti za razred radni postupak \times oštećenje debela: nema oštećenja; manje ili jednako 645,16 cm² (100 in²); oštećenje veće od 645,16 cm² (100 in²). Totalni Hi-kvadrat analize χ^2 = 4,667; p -vrijednost Hi-kvadrata χ^2 = 0,096

Radni postupak	Razred oštećenja debela		
	Nema oštećenja	≤ 100 in ²	> 100 in ²
Skider			
Opažana frekvencija	172	60	23
Očekivana frekvencija	162	71	22
Tablični Hi-kvadrat	0,629	1,1657	0,024
Bager			
Opažana frekvencija	148	80	21
Očekivana frekvencija	158	69	22
Tablični Hi-kvadrat	0,645	1,697	0,025

ili izostankom ozljede (tzv. *log likelihood ratio test*¹ daje χ^2 = 4,6116; p -vrijednost = 0,032) i (b) razine veličine ozljeda (tzv. *log likelihood ratio test* daje χ^2 = 5,937; p -vrijednost = 0,05). Ipak, kod odijeljene regresijske analize po pokušalištima prsni promjer nije signifikantno povezan (α = 0,05) s učestalošću oštećenja stabala za bilo koji način rada (skider *logistic likelihood ratio* p -vrijednost = 0,316; bager *logistic likelihood ratio* p -vrijednost = 0,096).

K tomu se čini da udaljenost najbližega posječenoga stabla nije povezana s (a) pojavom ili izostankom ozljede (*logistic likelihood ratio test*: χ^2 = 0,528; p -vrijednost = 0,468) niti s (b) razinom oštećenosti (*logistic likelihood ratio test*: χ^2 = 0,698; p -vrijednost = 0,705). Iako taj zadnji rezultat ne djeluje zaključivo, uporaba sječno-skupljačkoga uređaja pri sječi može

¹ Pobl e vidi u Clapham i Nicholson: *The Concise Oxford Dictionary of Mathematics*. Oxford University Press, Third Edition, 2005, str. 267, natuknice: *likelihood function* i *likelihood ratio test*.

objasniti izostanak povezanosti između oštećenja stabala i udaljenosti najbližega posječenoga stabla.

3.3. Usporedba oštećenja prije sječe – poslije sječe – poslije izvlačenja

Kako bismo precizno i pouzdano opisali oštećenja pripisivana jedino radu bagerom i razlučili ih od oštećenja nastalih prije sječe i onih za vrijeme sječe, preostale su štete stabala toga postupka procijenjene prije same sječe, neposredno nakon sječe, ali prije izvlačenja i, konačno, poslije izvlačenja. Rezultati su pokazali da (a) nije bilo nikakvih naznaka oštećenja debala ili krošanja ni u jednom razmatranom području koja bi se mogla pripisati nekoj pojavi ciklusa iskorištavanja šuma; i (b) izvlačenje bagerom nije prouzročilo naknadna mehanička oštećenja krošanja drveća veća od onih već nastalih tijekom same sječe. Stabla pod brojevima 26, 33, 34 i 52 u pokusnoj plohi 4, 58 u pokušalištu 5 i 10 u plohi 6 imaju oštećene krošnje od sječe. Ta su stabla pokazala isto oštećenje tijekom nadzora nakon izvlačenja, kao što je i očekivano, ali nikakva naknadna oštećenja krošanja nisu pronađena ni na ovim ni na bilo kojim drugim preostalim stablima u područjima rada bagerom.

Oštećenja debala neposredno nakon sječe nisu pronađena ni na jednom preostalom stablu u pokušalištu 4, ali su zato pronađena na stablima pod brojevima 5, 16, 17, 29, 42, 50, 58, 5, 70 i 71 u pokušalištu 5 i na stablima 3, 5, 6, 11, 14, 25, 44, 46, 47, 58, 68, 81 i 88 u pokušalištu 6. U svim je pojavnim slučajevima oštećenje debala neposredno nakon sječe pronađeno u visini 8 stopa (2,44 m) od zemlje, i bilo je okarakterizirano kao »ozbiljno« u tri slučaja (13 % od svih ozlijeđenih stabala). Nakon izvlačenja bagerom oštećenje debala pronađeno je na još 33 preostala stabla u pokušalištu 4, 23 stabla u pokušalištu 5 i na 22 stabla u pokušalištu 6.

3.4. Promjene u površinskom sloju tla

Pri analizi podataka o promjenama u listincu i gustoći tla primijenjene su statističke metode analize varijance i logističke regresije.²

3.4.1. Promjene u listincu

Rezultati su Scheffeova testa višestrukoga uspoređivanja pokazali (a) signifikantne razlike u promjenama površinskoga sloja tla ($\alpha = 0,05$) između površina po kojima se nije odvijao promet i sekundarnih vlaka, bagerskih tragova, i tragova stroja za rušenje i skupljanje i (b) razlike u graničnoj signifi-

kantnosti kod promjena površinskoga sloja tla između bagera i stroja za rušenje i skupljanje ($p = 0,053$) i primarnih vlaka i površina na kojima se nije odvijao promet ($p = 0,054$). Logistička regresijska analiza otkrila je da su oba tipa načina rada (skider i bager) ($\chi^2 = 63,33$; $p < 0,001$) i količina drvnoga ostatka ($\chi^2 = 1305,51$; $p < 0,001$) signifikantni pri objašnjavanju uklanjanja listinca (*likelihood ratio* $< 0,0001$; $r^2 = 0,46$). Postotak površina s više od 75 % uklonjenoga listinca veći je kod rada skiderom (23,5 %) nego bagerom (7,7 %) (tablica 5). Štoviše, analiza je varijance otkrila signifikantne razlike u uklanjanju listinca između tih dvaju tretiranja ($p < 0,0001$).

Tablica 5. Udio poremećaja listinca nakon pokusa*

Način rada	0-25 % uklonjenoga listinca	26-75 % uklonjenoga listinca	>75 % uklonjenoga listinca
	(Postotak promijenjene poprečne poremećene duljine)		
Skider	37,8	17,1	23,5
Bager	43,5	19,8	7,7

* Zbroj postotaka nije 100 zbog područja u oba pokusa koja su bila pokrivena drvnim ostatkom nakon sječe ili nisu bila stalnoga karaktera.

3.4.2. Gustoća zbitoga tla

Iako je analiza varijance otkrila signifikantnu razliku u prosječnoj gustoći tla ($F = 7,460$; $p < 0,001$) između svih proučavanih razreda ometanja (tablica 5), nije utvrđena signifikantna razlika između uzoraka tla s primarnih i sekundarnih vlaka (prosječna gustoća $\rho = 1,11 \text{ g/cm}^3$) i uzoraka tla s površina po kojima se kretao bager ($1,23 \text{ g/cm}^3$) ($F = 0,114$; $p = 0,737$). Prosječna gustoća tla svih uzoraka oba tretiranja zajedno iznosila je $1,052 \text{ g/cm}^3$. Ipak, najveća je gustoća pronađena na sekundarnim vlakama (prosječno $1,15 \text{ g/cm}^3$), dok je najniža gustoća pronađena na površinama na kojima se nije odvijao nikakav promet (prosječno $1,02 \text{ g/cm}^3$) (tablica 6).

Tablica 6. Srednja gustoća tla prema stupnju zbijenosti

Stupanj zbijenosti	Gustoća tla, g/cm^3
Bez prometanja	1,015
Primarni kolotrag skidera	1,093
Bager	1,123
Sekundarni kolotrag skidera	1,147

² Isti izvor kao u 1: str. 13 i 280.

4. Zaključci

Vrijednost uporabe bagera prilikom čistih sječa, posebice na nekim osjetljivim područjima, prikazana je u nekoliko studija, uglavnom u zapadnom SAD-u i Kanadi. Uporaba bagera u prebornoj sječi koja smanjuje temeljnicu na 25 ft²/acres (četvornih stopa po jutru; 25 ft²/acres = 2,323 m²/jutro = 5,74 m²/ha) ili manje, kao što se može pojaviti u odgodnoj sječi, pri napludnom sijeku i kasnijim stupnjevima naknadnoga sijeka, mogla bi biti uporabljivom inačicom uobičajenim metodama izvlačenja, posebno na područjima na kojima postoji opravdana zabrinutost glede degradacije zemljišta i tamo gdje je izgradnja vlaka gospodarski neopravdana. Ova studija također postavlja neka pitanja glede uporabe sustava u prebornim sječama gdje postoji opravdana zabrinutost za preostale sastojine. Iako je jasno da (a) nije bilo signifikantne razlike između načina rada u prosječnoj količini ozljeda po stablu ni (b) povezanosti između načina rada i učestalosti ozbiljnih ozljeda, priroda odnosa između načina rada i učestalosti bilo kakve ozljede manje je zaključiva. Hi-kvadrat test upućuje na umjerenu povezanost izvlačenja trupaca bagerom i klasičnim skiderom i učestalosti ozlijeđenih stabala. Međutim, postotak preostalih stabala s ozbiljnim ozljedama u bilo kojem načinu rada bio je manji nego što su to zabilježili mnogi drugi pokusi odgodnih sječa s uvriježenim postupcima izvlačenja u tom području (regiji) (Smith i dr. 1989).

Analize su pokazale da se ne može podupirati ni jedan način rada – privlačenje drva bagerom ili skiderom – na temelju kratkotrajnoga utjecaja na zbijenost tla. Daljnje studije strukturalne otpornosti tla, tj. sposobnosti strukture tla da se oporavi nakon degradacije (Pierce i Lal 1994) za svaku vrstu i način rada poželjne su radi utvrđivanja mogućih razlika u dugoročnim posljedicama zbijanja tla. Također, izraditi će se studije posljedica promjena gustoće tla na rast i vitalnost preostalih stabala na pokusnim površinama opisanim u ovoj studiji.

Ipak, ako je cilj ublažiti uklanjanje listinca, rezultati pokazuju da izvlačenje drva bagerom ima značajne prednosti pred klasičnim izvlačenjem skiderom. Izvlačenje drva bagerom moglo bi biti bolja inačica prilikom sječa u bujičnim područjima, npr. tamo gdje državne upute često ograničavaju degradaciju, pa i uznemiravanje površinskoga tla (npr. *Maine Department of Conservation*, 1994; *West Virginia Division of Forestry*, 1996). Možda je jednako izazovno i s ekološkoga i ekonomskoga gledišta koristiti bager pri izvlačenju drva kao zamjenu za pretjeranu izgradnju traktorskih vlaka, posebice u planinskim uvjetima kakve se nalazi u Appalachijskom gorju, kao i na područjima s osjetljivim površinskim uvjetima tla

koji postoje zbog visokoga vodnoga režima. U sjevernim dijelovima SAD-a, primjerice, korištenje bagera moglo bi produžiti vrijeme izvlačenja tijekom proljetnoga razdoblja raskvašenih, blatnih vlaka, kada uobičajeni načini (zglobni kotačni traktori) ne mogu raditi bez bitno nepovoljnijega utjecaja na tlo.

Utvrđeno je da je otprilike 30 % radnih površina u slučaju uporabe skidera pod mrežom primarnih vlaka. U planinskim područjima Appalachija ovaj se tip vlake normalno gradi pomoću buldožera, izlažući površinsko tlo potencijalnoj eroziji (Egan 1999a). Takvi se putovi nisu gradili za rad bagerom ni za sekundarne vlake. K tomu, iz gledišta investicija za radne zahvate i opremu, bagerski sustavi mogu dodatno pridonijeti dobrobiti nekoga područja jer se mogu koristiti za neke druge šumarske djelatnosti, kao što su izgradnja cesta ili utovar, u vrijeme kada ne rade na izvlačenju drva. Potpuna ekonomska analiza troškova i dobrobiti jedne takve investicije dominuje se opravdanom.

Konačno, iako studija rada i vremena nije provedena tijekom ovih usporednih pokusa, razgovori su s eksploatacijskim poduzetnikom pokazali da je izvlačenje drva bagerom u opisanim okolnostima barem toliko isplativo kao i izvlačenje prihvaćenim postupcima. Također, druge studije bagera pri izvlačenju koje su uključile sastavnicu vremena i rada pokazale su da je metoda ekonomična (npr. Brown i dr. 1993). Međutim, te su studije provedene prilikom čistih sječa, što nas upućuje na opravdanost vremenskih studija i pri radu bagerom u djelomičnim sječama.

Slijedom iznesenih rezultata preporuka glasi da je izvlačenje drva bagerom prikladna inačica klasičnom izvlačenju u djelomično teškim, pa i prebornim sječama appalachijskih tvrdih listača. Jasno je da uporabi bagera u prebornoj sječi treba pristupiti oprezno. Obilježene sastojine prilagođene bageru i njegovoj dohvatnoj ruci mogu biti jedan od načina ublažavanja razine oštećivanja sastojine iznad provjerene u konvencionalnim sustavima žičara. To se može postići, primjerice, ostavljanjem stabala u skupinama umjesto ravnomjernoga rasporeda unutar jedinice pripremljene za eksploataciju. Također, napredak u tehnici izvlačenja drva bagerom trebao bi povećati njegovu djelotvornost prilikom djelomičnih tzv. odgodnih sječa. Manji bageri s kraćim dohvatnim krakom od 10,37 m (34 ft – feet, stopa) sada je tržištu raspoloživ sa šumarskom opremom te može pomoći u smanjenju učestalosti oštećivanja preostale sastojine sličnih razmatranoj u radu. Da bismo utvrdili odlike metode u širokom rasponu uvjeta, potrebna su daljnja istraživanja izvlačenja drva bagerom u sastojinama različite gustoće sklopa, zemljišnih uvjeta i nagiba.

5. Literatura

- Birch, T. W., D. A. Gansner, S. L. Arner, R. H. Widman, 1992: Cutting activity on West Virginia Timberlands. *Northern Journal of Applied Forestry*, 9(1992): 146 – 148.
- Birch, T. W., 1996: Private forest-land owners of the northern United States, 1994. Resource Bulletin NE-136. Radnor, PA: USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.
- Blake, G. R., K. H. Hartage, 1986: Bulk Density. In: A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr., 9: 425 – 444. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, str. 363 – 376.
- Brown, C., G. Payne, K. Rouck, 1993: A hoe-chucking simulation model developed from Northwest Bay time-study data. MacMillan Bloedel Forest Operations Paper, 459.
- Dwyer, J. P., W. B. Kurtz, 1991: The realities of sustainable management vs. diameter limit harvest. *Northern Journal of Applied Forestry*, 8(1991): 174 – 176.
- Egan, A., J. Rowe, 1997: Compliance with West Virginia's Silvicultural Best Management Practices – 1995 – 1996. Report made to the West Virginia Division of Forestry, Charleston, WV. June 10, 1997.
- Egan, A., A. Jenkins, J. Rowe, 1996: Forest roads in West Virginia, USA: Identifying issues and challenges. *Journal of Forest Engineering*, 8(1): 33 – 40.
- Egan, A., R. Whipkey, J. Rowe, 1998: Compliance with forestry Best Management Practices in West Virginia. *Northern Journal of Applied Forestry*, 15(4): 211 – 215.
- Egan, A., 1999a: Forest roads: Where soil and water don't mix. *Journal of Forestry*, 97(8): 18 – 21.
- Egan, A., 1999b: Residual stand damage after shovel logging and conventional ground skidding in an Appalachian hardwood stand. *Forest Products Journal*, 49(6): 88 – 92.
- Fisher, J. G., 1987: Logging with a hydraulic excavator: A case study. MS thesis. Oregon State University.
- Floch, R. F., 1988: Shovel logging and soil compaction: A case study. 1988. MS thesis. Oregon State University.
- Kochenderfer, J. N., 1977: Area in skidroads, truck roads, and landings in the central Appalachians. *Journal of Forestry*, 8(79): 507 – 508.
- Kochenderfer, J. N., P. J. Edwards, F. Wood, 1997: Hydrologic impacts of logging an Appalachian watershed using West Virginia's Best Management Practices. *Northern Journal of Applied Forestry*, 14(4): 207 – 218.
- Kockx, G. P., 1990: Soil disturbance by forwarding with log loaders on two Vancouver Island sites. Internal document. Forest Engineering Research Institute of Canada, Vancouver, July 1990.
- Layton, D. A., C. B. LeDoux, C. C. Hassler, 1992: Cost estimators for construction of forest roads in central Appalachians. USDA For. Serv. NE For. Exp. Stn. Res. Pap. NE-665.
- Maine Department of Conservation, 1994: Best Management Practices Field Handbook. Augusta, Maine.
- Martin, C. W., 1988: Soil disturbance by logging in New England – review and management recommendations. *Northern Journal of Applied Forestry*, 5: 30 – 34.
- Mitchell, W. C., G. R. Trimble, 1959: How much land is needed for the logging transport system? *Journal of Forestry*, 1(61): 10 – 12.
- Nichols, M. T., R. C. Lemin, W. D. Ostrofsky, 1994: The impact of two harvesting systems on residual stems in a partially cut stand of northern hardwoods. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(2): 350 – 357.
- Nyland, R. D., W. J. Gabriel, 1971: Logging damage to partially cut hardwood stands in New York state. State University College of Forestry, Syracuse University. AFRI Research Paper 5.
- Pierce, F. J., R. Lal, 1994: Monitoring the impact of soil erosion on crop productivity. In: R. Lal (ed.) *Soil Erosion Research Methods*, 2nd ed. Soil and Water Conservation Society, str. 235 – 263.
- Raschka, J., 1998: Timber harvesting in West Virginia: A statewide study of some effects and landowner attitudes. MS Thesis. West Virginia University, College of Agriculture, Forestry, and Consumer Sciences.
- Sloan, W. H., 1992: Shovel logging in the mountains of Virginia. In: *Proceedings, Southern Regional Council on Forest Engineering*. Blacksburg, VA. April 20 – 22, 1992.
- Smith, H. C., N. I. Lamson, G. W. Miller, 1989: An esthetic alternative to clearcutting? *Journal of Forestry*, 3(87): 14 – 18.
- USDA Soil Conservation Service, 1982: Soil survey of Marion and Monongalia Counties, West Virginia.
- West Virginia Division of Forestry, 1996: Best Management Practice Guidelines for Controlling Soil Erosion and Water Siltation. WVDOF-TR-96-3.

Adresa autora:

Andrew F. Egan
University of Maine
5755 Nutting Hall
Orono, ME 04469
USA
e-mail: andy_egan@umenfa.maine.edu

Helipace – alat za određivanje proizvodnosti i troškova helikopterskoga iznošenja drva

Anika Juras, Steve Martin, Donald K. Nearhood

Sažetak

Helikoptersko iznošenje drva može biti troškovno isplativo i ekološki prihvatljiv način iskorištavanja šuma. Kada se razmatra mogućnost helikopterskoga iznošenja drva kao mogućnost za neko određeno područje, tada zamislitelji rada trebaju sredstva za procjenu proizvodne cijene i troškova. Helipace (kratica od Helicopter Logging Production and Cost Estimation) računalni je program načinjen za nužne procjene stručnjaka pri helikopterskom iznošenju drva. Model oponaša metode procjene radova prema prijedlogu rukovatelja helikopterima, zasebno za svaku jedinicu iskorištavanja (odjel, sječinu ...). Putem naputaka i iscrpnoga programa korisnik se upućuje u način na koji treba razmišljati o predloženoj operaciji kako bi se dobile razumne ulazne vrijednosti i rezultati. Izravno povezana (tzv. on-line) pomoć upoznaje korisnika s pitanjima na koja treba odgovoriti te s viđenjima stručnjaka koji se koriste opisima i fotografijama. Helipace je razvijen 1990. i tijekom je godina izmijenjen nekoliko puta. Program će se ponovno preispitati početkom listopada 1999. u zajedničkoj akciji Šumarske službe SAD-a (USFS), Ministarstva poljoprivrede SAD-a (USDA), Fondacije za zračno iskorištavanje šuma (AFMF) i Organizacije za prehranu i poljoprivredu (FAO). Helipace se pokazao kao vrijedno pomagalo za razgledu privlačenja drva u zapadnom dijelu Sjedinjenih Država i zapadnoj Kanadi. Metodologija koju koristi Helipace prenosiva je na druga područja. Međutim, suradnici tih područja moraju osigurati nužne podatke i cijene potrebne za helikopterski sustav iznošenja drva. Budući da su težina drva koje se iskorištava te pokrivenost terena krošnjama preostalih stabala značajan čimbenik raščlambe, proizveden je popratni program ForSee (Stand Visualization and Volume / weight Analysis – Analiza predočenja sastojina i obujma odnosno težina) kako bi pomogao korisnicima u planiranju njihovih gospodarskih i ekološki prihvatljivih postupaka helikopterskoga iznošenja drva.

Ključne riječi: helikopter, iskorištavanje šuma, procjena troškova, planiranje

1. Uvod

U šumarstvu se koriste razni postupci koji se neprestano unapređuju njihovim razvijanjem. Među njima su i vrhunski postupci iskorištavanja šuma, npr. iznošenje drva helikopterima i programi računalnih razgleda. Ti se programi mogu razvijati iz rezultata studija rada ili skupljenim znanjem stručnjaka. Na primjer, Heinimann i Caminada (1996) proučavali su i analizirali zahvate iznošenja drva helikopterom u Švicarskoj i na temelju tih rezultata razvili modele proizvodnosti. Program je *Helipace* utemeljen na profesionalnim iskustvima iznošenja drva helikopterima.

Iskorištavanje šuma mora biti dobro isplanirano tako da zadovoljava sve potrebe: ciljeve sječe, eko-

loške zahtjeve okoliša i gospodarske uvjete. Iznošenje drva helikopterom jedna je od mogućnosti koju treba razmotriti. Cijena je jedan od glavnih problema pri korištenju helikoptera, ali takvo izvlačenje može biti ekonomski isplativo kada su troškovi izgradnje šumskih prometnica veliki, a stabla određena za sječicu raštrkana u sastojini.

Ipak je cijena sječe samo jedan od mnogih čimbenika jer su, primjerice, uzgojno-ekološki zahtjevi, vrijednost drva i sl. važni za planiranje i samo iskorištavanje. Za razliku od ostalih čimbenika, cijena se sječe može uvelike kontrolirati pravilnim planiranjem koje će smanjiti troškove i povećati probitačnost. Kod helikopterskoga izvlačenja drva planovi nastali na osnovi poznavanja čimbenika koji utječu na troškove mogu uvelike smanjiti cijenu sječe. »Me-

đutim, iskustvo i sposobnost planiranja iskorištavanja uporabom helikoptera posjeduju uglavnom pojedinci koji rade helikopterom na pridobivanju drva. Planeri iz drugih javnih i privatnih službi koje ne rade s helikopterima, nepripremljeni su za procjenu izvedivosti iznošenja drva helikopterom te pratećih troškova. Čak i šumari koji imaju iskustva s takvim poslovima nemaju potrebno znanje i vještinu da procijene nove zadatke zbog nedostatka razumijevanja utjecaja novih promjenljivih veličina na cijenu. To su i razlozi što izvlačenje helikopterom nije uvijek primjereno razmatrano prilikom planiranja sječe. Čimbenike koji najviše utječu na troškove, prodavači i organizatori proizvodnje ne razumiju pa se helikopteri obično upotrebljavaju kao posljednja mogućnost za privlačenje drva, što dovodi do pogrešnoga i nedovoljnoga iskorištavanja mogućnosti helikoptera« (Lambert i Juras 1992).

2. Helipace

Helipace (Helicopter Logging Production and Cost Estimation) računalni je program razvijen za primjenu postupka procjene proizvodnje i troškova helikopterskoga iznošenja drva tijekom njegova pridobivanja. Model podržava metode za procjenu predloženih postupaka za svaku pojedinu predviđenu sječnu jedinicu. »Iako su sveučilišta, vlada i istraživači izradili nekoliko studija o radnjama vezanima uz iznošenje drva helikopterom, najveći dio tih rezultata nije korisno iskorišten, barem ne za poboljšanje procjenjivakih postupaka šumarske službe. Ovodobni postupci obično predviđaju, po mišljenju stručnjaka, najčešće ili prevelik ili premalen opseg troškova« (Gonsior i dr. 1992). Ova ocjena raspoloživih metoda potaknula je pronalaženje boljih načina. *Helipace* je razvijen bliskom suradnjom industrije (*The Helicopter Loggers Association* preko potpore *Aerial Forest Management Foundation*), najvećega upravitelja šumama (*USDA Forest Service Pacific Northwest Region*) i *Pacific Northwest Forest and Range Research Station*.

Helipaceov se model temelji na tridesetogodišnjem iskustvu nekoliko poduzeća koja se bave helikopterskim iznošenjem drva. Komercijalna je uporaba helikoptera u te svrhe započela 1971. u SAD-u slijedeći pokusna pokazivanja koja su započela oko 1960. (Binkley 1961, 1972). Ta su iskustva ugrađena u programске algoritme, podatke (oblikovanje tereta i iskaz troškova) i podupirajuće programe. »*Helipace* je jedinstven po tome što podržava analitički postupak koji koriste oni koji se bave privlačenjem drva i njegovom sječom. Program sjedinjuje njihovo iskustvo i stručnost za dobivanje procjena proizvodnosti i troškova koji izvođeni dedukcijom sami u sebi daju iste podatke« (Gonsior i dr. 1992).

3. Pregled modela

Helipace se temelji na razmjerno jednostavnoj logici. Procjenjuje raspon proizvodnih postupaka te troškove rušenja, obradbe drva i izradbe sortimenata te iznošenja drva zračnim sustavom. Podsustav zračnoga privlačenja, helikopter i njegova posada, kritična je sastavnica ovoga sustava. Ostale sastavnice (npr. sjekači, kopčaći, utovarivači itd.) trebaju odrediti korisnici *Helipacea* kako bi odgovarali izvedbenim mogućnostima radnoga podsustava.

Žarište je *Helipaceove* raščlambe sječina i njezina povezanost s pripadajućim pomoćnim stovarištem, helikopterskim sletištem. Procjenom ukupne težine (mase) drva koje će se prevesti od sječine do stovarišta te procjenom prosječne nosivosti zračnoga sustava izvlačenja, dobiva se procjena o broju letova. Određivanje tovarne nosivosti letjelice ovisi o visini i strmini sječine. Ipak, očekivani će prosječni utovar često biti manji od onoga određenoga planom iznošenja, ovisno o dostupnosti ili nedostupnosti trupača za iznošenje i ispriječenih ostavljenih stabala u sastojini. Korisniku *Helipacea* osigurana je pomoć u procjeni očekivanoga utovarnoga opsega, temeljenoga na značajkama sastojine i vrsti posječenoga drva.

Množeći ukupan procijenjeni broj letova s prosječnim vremenom za jedan ciklus, dobiva se ukupno vrijeme potrebno za iznošenje drva iz jedne jedinice. Dio je vremena ciklusa određen udaljenošću između sječine i stovarišta na temelju ostvarene brzine posade. Ostatak vremenskoga ciklusa uključuje ubrzanja i usporenja na početku i na kraju svakoga leta te vertikalnoga manevriranja za otkrivanje tereta na sječini koji je prikriven šumskim ostatkom. Duljina je leta određena koordinatama sječine i stovarišta, ili je određuje korisnik *Helipacea*. Ostvarena brzina neke posade, ubrzanja i usporenja helikoptera te kopčanje i otkopčavanje tereta već su uzeti u obzir u samom modelu i ne trebaju zabrinjavati korisnika programa. Ali, korisnik mora osigurati procjene posebnoga, nepredviđenoga pronalaženja tereta i vremena potrebnoga za manevriranje letjelice, temeljeno na očekivanjima s obzirom na karakteristike sastojine. *Helipace* pomaže korisnicima u takvim procjenama.

Dijeleći vrijeme potrebno za iznošenje drva s dnevnim brojem radnih sati, dobiva se broj radnih dana potrebnih za rad u toj jedinici. To omogućuje iskazivanje omjera srednje dnevne proizvodnosti iskazane u skladu s prihvaćenim jedinicama obujma, što omogućuje procjenu broja potrebnih sjekača, utovarivača, ostaloga osoblja i opreme. *Helipace* također pomaže korisnicima u takvim procjenama.

S primjerenim dnevnim troškovima za svaku sastavnicu podsustava moguće je izvesti dnevne troškove koji se zatim dijele s procijenjenom dnevnom

proizvodnošću, čime se određuju jedinični troškovi proizvodnje. Obično se *Helipaceom* procjenjuju troškovi proizvodnje kao rezultanta prosječnoga tereta koji se može odjednom prevesti (jedan tovar) te koefektivnosti dnevnih troškova.

Naposljetku, *Helipace* sastavlja procjene izvedbe i troškova za pojedine jedinice i proizvode te daje sažetak cijeloga projekta (Gonsior i dr. 1992).

4. Oblikovanje tovara

Iz spoznaja se zrakoplovnoga inženjerstva znade odrediti nosivi teret koji može ponijeti određeni helikopter. Ono što je bitno zapravo je najpogodniji radni teret u određenim okolnostima i na određenoj nadmorskoj visini. Najbolji je onaj teret kojim se preveze najviše oblovinu do stovarišta u određenome danu. *Helipace* predviđa oblikovanje tereta za letjelicu pri zadanom uzdizanju.

Oblikovni je teret jednokratni srednji očekivani, prilikom uzdizanja letjelice, koji se temelji na iskustvu stručnjaka helikopterskoga izvlačenja drva. Pritom su uzete u obzir promjene temperature, vlažnosti i zračnoga tlaka.

Helipace sadrži podatke o oblikovanju tereta za šest tipova helikoptera, čiji se težinski (maseni) raspon kreće između 1600 kg i 10 400 kg na razini mora. S tim je povezan sustav podataka o cijenama koje se mijenjaju otprilike svake dvije godine, koristeći razvrstanu zbirku metodologije troškova.

Primjer *Helipaceova* podupirajućega zaslona HELP

Oblikovani je teret onaj koji za određenu letjelicu i uzdizanje daje optimalni ostvaraj helikopterskoga iznošenja, tj. najmanje proizvodne troškove.

Oblikovani teret nije ocijenjeni prosječni kapacitet letjelice, već najpogodnija količina drva prema iskustvu pilota.

Helipace određuje oblikovani teret za svaku radnu jedinicu. Za zadanu je jedinicu oblikovani teret letjelice prosječni teret koji se može prenijeti pri najvišem srednjem uzdizanju koje utječe na iznošenje drva. Za iznošenje drva uzbrdo to je nadmorska visina stovarišta. Za iznošenje drva prema dolje (manjim nadmorskim visinama) to je nadmorska visina središnje smještene jedinice. Srednji je ciljani teret težina trupaca (u funtama ili kilogramima) koji letjelica treba prevesti u jednom turnusu kako bi se postigli najbolji rezultati. *Helipace* računa srednji ciljani teret iz oblikovanoga tereta letjelice i sklopa sastojine preostalih stabala.

Srednji se teret smanjuje s povećanjem gustoće sklopa preostale sastojine koja utječe na mogućnost okretanja helikoptera, smanjujući količinu prenošenoga drva svakoga sljedećega turnusa.

Kada se procjenjuje mogući teret, zapravo se procjenjuje vjerojatna težina svakoga tovara, a srednji ciljani teret predstavlja apsolutnu gornju granicu. No, ovisno o uvjetima, ona ne mora nužno biti gornja granica koja se može očekivati postići.

5. *Helipaceov* podupirajući program HELP

Podupirajući je program HELP vrlo važan dio *Helipaceova* programa. Da bi pomogao korisniku iskoristiti prednosti proizvodnosnoga modela, program sadržava potporu HELP koji korisnika pobliže upozna s predloženim radnjama, što pak rezultira unošenjem realnih vrijednosti rezultata. Ujedno korisnika potiče na procjenu situacija u rasponu od najgorih do najboljih kako bi razvio mogućnost stručnoga prepoznavanja stanja. Program je HELP razvijen na temelju razgovora stručnjaka na sječi i izvlačenju drva helikopterom, a sadrži 181 temu, otprilike 30 000 riječi, 52 fotografije, 20 karata / slika, kazalo s 126 ključnih riječi te pretraživač teksta.

Funkcija HELP dostupna je u svakom trenutku kako bi pomogla korisniku programa u promišljanju o sječi. Na primjer, »prozor« HELP, prikazan u nastavku, omogućuje uvid u postupke korištene u *Helipaceu* te nekoliko važnih varijabli, npr. vremenski ciklus, nosivost i gustoću drva.

Primjer upotrebljivosti opće pomoći

Koristeći *Helipace* za procjenu troškova iskorištavanja, korisnik mora znati da povećanjem nosivosti do maksimalno dopuštene granice neće postići ni najbolju proizvodnost ni najmanje troškove. Bolje je kazati da proizvodnju povećava pravilna usklađenost tereta i trajanja letova između sječine i stovarišta. Korisnik također mora uzeti u obzir veličinu stovarišta i postizanje željene sigurnosti.

Čimbenici koji utječu na trajanje letova

Udaljenost iznošenja • očito je da veća udaljenost između sječine i stovarišta zahtijeva i dulje trajanje leta.

Preostala stabla u sastojini • iako to nije toliko očito, ovo je vrlo važan čimbenik iz dvaju razloga:

vrijeme traženja: što je više stabala ostavljeno u sastojini, to je pilotu teže pronaći pripremljeni tovar za sljedeći turnus;

vertikalno uspinjanje: kada ima mnogo ostavljenoga drveća, pilot mora više manevrirati kako pri spuštanju tako i pri izlasku iz preostalih krošnji, za razliku od otvorene površine.

Sletišta / stovarišta • veličine, oblici i pristupačna sletišta, mogu utjecati na vrijeme leta. Upotreba više sletišta / stovarišta povećava trajanja leta.

Primjer pomoći programskoga zaslona radi objašnjenja nazivlja i posla

Čimbenici koji utječu na teret

Promjena nadmorske visine • uzdizanje i temperatura utječu na nosivost helikoptera. Kada se uzlijetanja unesu u Helipace, program automatski prilagođava modele oblikovanja tereta kako bi se postigli najbolji rezultati za to uzlijetanje. Budući da je nemoguće znati kakve će biti okolišne temperature u vrijeme sječe, Helipace taj čimbenik automatski uzima u obzir.

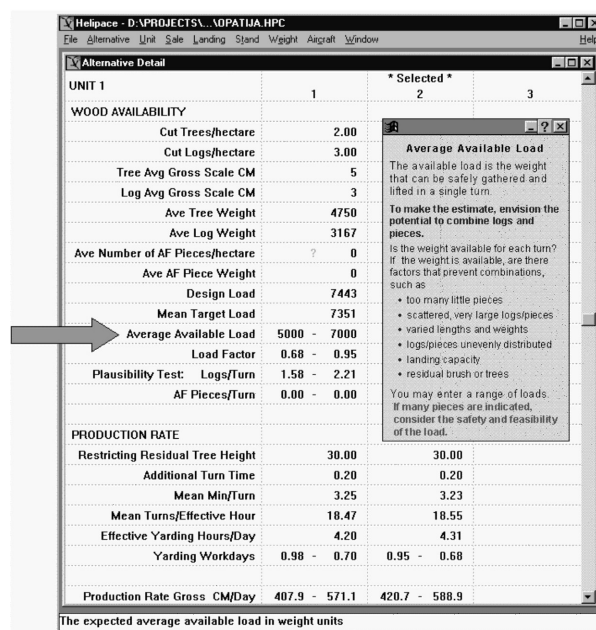
Ostavljena stabla • ostavljena će stabla ometati vezanje trupaca i podizanje tereta, pogotovo ako se teret sastoji od više trupaca. Ometanje rezultira manjom količinom iznesenoga drva. Npr., za svaki tovar treba šest trupaca, a ima trideset trupaca na jednom ralu (jutro; 1 ral = 0,4 ha) šume s 200 ostavljenih stojećih (dubećih) stabala. Da bi se iznio teret iz sastojine, ponijet će se manje trupaca.

Dostupnost trupaca • ovo je najteža procjena, a odgovara na pitanje jesu li raspoloživi trupci dovoljne težine za jedan puni tovar. Helipace u svom podupirajućem dijelu HELP sadrži odrednice i primjere koji pomažu pri donošenju ove procjene.

Težina / jedinična isplativost • to koliki se teret mora iznijeti da se ostvari jedinična isplativost ponajviše utječe na troškove posla. Ako su većina iznesenoga drva pilanski ili furnirski trupci, tada će troškovi biti manji, a ako je, na primjer, većinski zastupljeno celulozno drvo, tada će troškovi po jedinici biti veći.

Sigurnost

Grane su najveći problem kada je u pitanju sigurnost pri izvlačenju helikopterom. Sušci (stojeća mrtva stabla) mogu biti opasni, ali ih je lako uočiti i izbjeći. Grane koje mogu padati prilikom izvlačenja tovara kroz krošnje ne mogu se uočiti sve dok nije prekasno da bi se izbjegle.



Slika 1. Grafički prikaz Helipaceova sučelja s automatskim HELP-om koji može biti dostupan korisniku u svakom redu ispisne liste

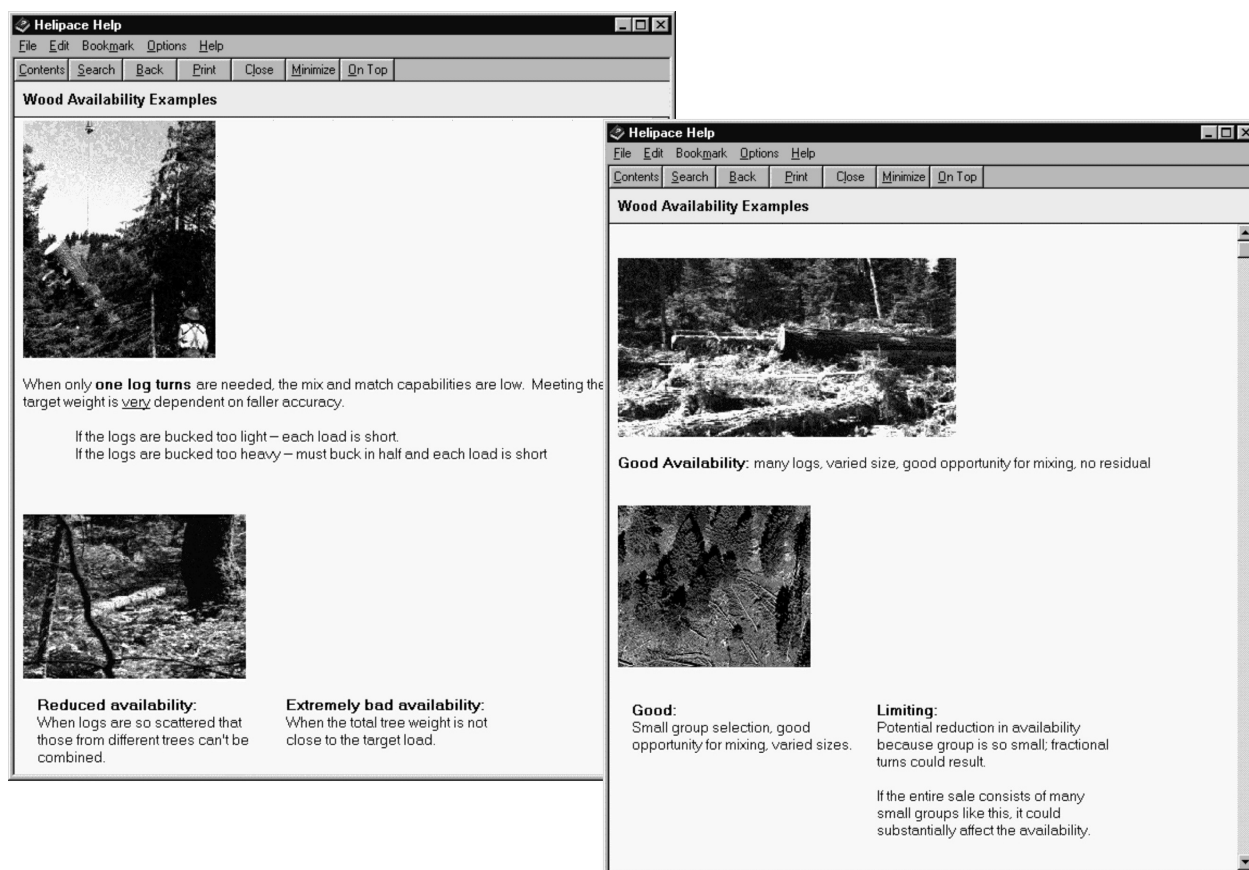
6. Struktura programa

Helipaceova je raščlamba napravljena u već poznatom sučelju. Usmjerenost je razglombe na zasebnoj sjekačkoj jedinici. Organizatori mogu razmatrati i druge mogućnosti za svaku sječnu jedinicu kako bi utvrdili troškove pridobivanja drva ili stvarne vrijednosti. Svaka se mogućnost drugoga izbora raščlambe sastoji od sjekačke jedinice, stovarišta, odabrane letjelice i specifikacije sječe. Osnivateli šumske proizvodnje pridobivanja drva mogu uzeti u obzir i druge postupke postizanja ciljeva i jednostavno analizirati njihove troškove. Informacije o pojedinim sjekačkim jedinicama mogu se skupljati kako bi se dobio sažetak za cijelo područje sječe, uključujući i troškove koji inače nisu specifični za slične jedinice, kao što su troškovi izgradnje stovarišta i troškovi njegova zatvaranja.

7. Primjena programa

Helipace radi u operativnom sustavu Windows. Za sada su korisnici ovoga programa agencije koje se bave uređivanjem šuma, privatni savjetnici i tvrtke drvne industrije. USDA Forest Service (Šumarska služba) koristi Helipace kao službeni ocjenjivački alat za prodaju drva iznesenoga helikopterima.

Većina se korisnika nalazi u zapadnom dijelu SAD-a, ali je ta tehnika primjenjiva u svakom okruženju. Heinemann i Caminada (1996) utvrdili su u



Slika 2. Helipaceova struktura potiče korisnika na korištenje stručnoga znanja profesionalaca preko tekstova, grafikona i fotografija

dijelu gdje su usporedbe moguće da rezultati *Helipacea* odgovaraju rezultatima detaljnih studija rada provedenih u Švicarskoj.

Program je slobodno razaslan unutar federalnih agencija za uređivanje šuma, pogotovo između USDA Forest Service i Bureau of Land Management (Ured za prostorno uređenje). Može se nabaviti kod Aerial Forest Management Foundation po nominalnoj cijeni.

8. Budući razvoj

Helipace će u iduće dvije godine biti ispravljen i dopunjen s nekoliko željenih promjena:

- Uporaba više helikoptera
- Dodatne i suvremene točke podupirajućega programa HELP-a
- Unos najnovijih podataka o troškovima i proizvodnji
- Uporaba kliješta (za izvlačenje) kao dodatak standardnomu sustavu s kukom
- Unapređenje uporabe metričkih mjerila
- Dodatak naslovnice uporabničkih pitanja

- Proširenje primjene na više šumskih površina i zemljopisnih područja
- Osvremenjen rad programa pod operativnim sustavima Windows 95/98/NT/2000.

Suradnici na ovom radu o programu *Helipacea* USDA Forest Service (USFS), Aerial Forest Management Foundation (AFMF) i Food and Agriculture Organization (FAO, Rome), podržavaju svaku suradnju u interesu unapređenja iznošenja helikopterom i njegova planiranja.

9. Literatura

- Binkley, V. W., 1961: Vertical Logging with Helicopters. Master of Forestry Thesis. University of Washington, Seattle, WA, str. 45.
- Binkley, V. W., 1972: Helicopter Logging with the S64E Skycrane: report of sale. USDA-Forest Service, Pacific Northwest Region, Portland, OR, str. 23.
- Gonsior, M., Juras, A., Martin, S., Neal, J., Nearhood, D., 1992: Helipace: A Production and Cost Estimating Tool. In: *Proceedings of the 1992 Mountain Logging and Pacific Northwest Skyline Symposium* (ed. J. Sessions), str. 10.

Heinemann, H. R., Caminada, L., 1996: Helicopter Logging in Switzerland, Analysis of Selective Logging Operations. In: *Proceedings of IUFRO 3.06 Forest Operations under Mountainous Conditions and the 9th Pacific Northwest Skyline Symposium* (ed. I. B. Hedin), FERIC SR 116, str. 6.

Lambert, M. B., Juras, A., 1992: Computer Supported Planning for Helicopter Logging. In: *Proceedings of Computer Supported Planning of Roads and Harvesting Workshop*, Feldafing, Germany (ed. J. Sessions), str. 12.

Adresa autora:

Anika Juras
Good Wind Software, Inc.
711 Sherman Avenue Hood River
Oregon 97031
USA
e-mail: anika@goodwindsoftware.com

Steve Martin
Aerial Forest Management Foundation
P.O. Box 95 Canby
Oregon 97013
USA
e-mail: SteveAFMF@aol.com

Donald K. Nearhood
11045 SW Berkshire Portland
Oregon 97225
USA
e-mail: nearhood@aracnet.com

Iznošenje drva helikopterima

Valéria Messingerová, Tibor Lukáč

Sažetak

U radu se izvješćuje o spoznajama dobivenima raščlambom iznošenja drva helikopterom te o rezultatima istraživanja praktične uporabe helikoptera na odabranim lokacijama u Slovačkoj. Procjenjuju se mogućnosti racionalizacije načina rada i prikazuje učinkovitost helikoptera pri iznošenju posječenoga drva na osnovi provedenih mjerenja u Belianskim Tatrama i u redovitoj sječi u zaštićenom predjelu Polana. U Belianskim Tatrama helikopterom MI-8 iznošeno je 612 m³ drva na udaljenosti od 700 m s prosječnim utroškom od 6,46 minuta po radnom turnusu i prosječnim tovarom 2,78 m³ te s učinkom 135,25 m³ u radnoj smjeni s 50 turnusa. Istodobno se na mreži šumske površine pratila buka uzrokovana helikopterom. Na osnovi rezultata izrađen je shematski prikaz širenja buke. Najveća izmjerena razina buke bila je 100 dB ispod helikoptera, dok je na udaljenosti 50 – 60 m od helikoptera iznosila od 85 do 88 dB. 1061 m³ drva iz redovite sječe izneseno je helikopterom u PLR Polana. Prosječno vrijeme turnusa bilo je 4,8 minuta pri udaljenosti iznošenja od 800 m. Dnevni obujam iznesenoga drva bio je 178 m³/d, a prosječni tovar 2,4 m³. Ugovorene cijene po jedinici obujma iznesenoga drva bile su 1000 SKK/m³ za četinjače i 1300 SKK/m³ za listače. Ovakvi ekonomski zahtjevniji postupci primjenjuju se u uvjetima planinskih predjela.

Ključne riječi: helikopter, iznošenje drva

1. Uvod i problemi

Danas se velika pozornost posvećuje ekološkim značajkama šumskih ekosustava kao što su biološka raznolikost, zdravstveno stanje šume te potrajno gospodarenje šumama. Različiti prirodni uvjeti – teren, tip tla, dostupnost sastojina određenih za sječu – mogu povećati zanimanje za suvremene metode transporta. U ekonomski razvijenijim i ekološki svjesnijim zemljama helikoptersko iznošenje trupaca, osobito u planinskim područjima, sve se češće primjenjuje te postaje uobičajeni način rada prije nego neka neuobičajena mjera (Messingerova 1994).

Rezultati analiza usmjerenih iznošenju helikopterima u inozemstvu, kao i vlastita iskustva i istraživanja pokazuju kako je zanimanje za takav način transporta u porastu. Ovaj se način rada koristi u velikom broju europskih država s razvijenim šumarstvom kao što su Švicarska, Austrija, Rusija, Norveška, Njemačka, Francuska. U Kanadi i SAD-u udio je ovoga postupka pri izvlačenju drva i veći. Radovi raznih autora daju nam tehničke parametre različitih tipova helikoptera, izvedbene karakteristike, ekonomski učinak i utjecaj takva rada na okoliš. Naglasak je stavljen na izbor sastojine i pripremu terena.

Visoka razina profesionalnosti pilota helikoptera i ostalih uključenih u rad važan je preduvjet jer je ovaj način rada zahtjevan glede sigurnosti na radu (Sperisen 1990). Švicarsko poduzeće *Helicopter AG Heli-swies* bavi se iznošenjem drva već deset godina. Da bi se postigao intenzitet od 20 letova u jednom satu, potreban je tim dobro osposobljenih šumskih radnika i dobra organizacija posla (Mayer 1981). Kovač i Solncev (1992) ispituju uporabu različitih metoda iznošenja u šumama sjevernoga Caucasusa u kojima se helikopteri koriste za iznošenje drva. Također ispituju nepovoljne utjecaje različitih načina iznošenja drva. U SAD-u i Kanadi koriste se helikopteri nosivosti 2,5 – 10 tona. Trupci se privlače na udaljenost od oko 1500 m sa 120 – 150 ciklusa u jednoj smjeni. Prosječno se privuče 200 – 470 m³ drva po smjeni.

U slovačkom se šumarstvu za privlačenje drva koristi helikopter MI-8 čija je nosivost 3 t (slika 1). Radni postupci i tehnička oprema potječu iz iskustva s transportom tereta u industriji. Na privlačenju rade specijalizirana privatna poduzeća. Prosječna dnevna izvučena količina kreće se od 200 do 250 m³, pri čemu dnevni utrošak vremena po kubnom metru drva iznosi oko 10 % vremena koje zahtijevaju drugi načini privlačenja.



Slika 1. Helikopter MI-8 prilikom operacija iznad mjesta privlačenja

2. Metode

Istraživanje iznošenja drva provedeno je na nekoliko lokaliteta u razdoblju 1992 – 1999. Uz studij rada i vremena učinjene su i ekonomske analize radi procjene izvedbe. Metodologija mjerenja temelji se na tradicionalnim metodama procjenjivanja rada. Istodobno se mjerila vanjska buka na mjestu rada i u okolici, točnije u mreži površina od 1 hektara do udaljenosti od 2 km. Mjerenja su prikazana grafički. U radu su predstavljeni rezultati s lokaliteta u Visokim Tatrama (Sprava Tanap, LS Javorina) iz lipnja 1999. Model prijenosa buke na određenim lokalitetima dobiven je iz izmjerenih vrijednosti.

3. Rezultati

Stručno izvođenje načina iznošenja drva zahtijeva visoku kvalitetu tehničko-proizvodne pripreme radnoga mjesta. Utrošak što manje vremena po ciklusu traži savršenu organizaciju rada uz pridržavanje pravila o zaštiti na radu koja vrijede za rad s letjelicama.

Radne su etape sljedeće:

- priprema radilišta
- priprema dostatne površine i odgovarajućega smještaja stovarišta
- popunjavanje tehničkih zahtjeva za rad s helikopterom.

Proizvodne postupke valja prilagoditi terenskim uvjetima, osobito načinu iznošenja. Čitava stabla, debla ili trupci mogu se privlačiti helikopterima.

U sastojini se, pod uvjetom da je izvedena sanitarna sječa, krešu grane i odvajaju debla od žilišta. Sanitarna sječa počinje od nižega položaja nekoga nagiba, a pripremni radovi moraju biti obavljani prije samoga privlačenja. Ako obujam debala nije velik, prikrajanje mora biti izvedeno na licu mjesta, uz primjerene uvjete sigurnosnoga vezanja trupaca i helikopterskoga leta. Ako je posječeno drvo raspršeno u sastojini, helikopter može jednostavno podići trupce s posebno određenoga mjesta.

Radni postupci u sastojini pri helikopterskom privlačenju drva dobivenoga namjenskom oplodnom sječom mogu znatno utjecati na učinkovitost i sigurnost ovoga postupka. Osiguravanjem unaprijed određenoga smjera sječe moguće je postići optimalnu težinu tovara za helikopter u skladu s korisnom nosivošću. Istodobno se opasnosti na radu smanjuju. Kad je riječ o sanitarnoj sječi, u većini je slučajeva helikopter sasvim dostatan za privlačenje drva. Dulji se trupci moraju skratiti kako bi bili u skladu s dopuštenim opterećenjem helikoptera. Duljina je trupaca uvjetovana vrstom, gustoćom drva, mokrinom i vrstom sortimenta.

Na izvedbu helikopterskoga privlačenja znatno utječe kvaliteta i pravodobnost pripremnoga rada u sastojini. Priprema za helikoptersko privlačenje već tijekom iznošenja može utjecati na vrijeme potrebno za vezanje tovara i također na cjelokupno trajanje radnoga ciklusa. Udio vremena utrošenoga za pojedine radne zahvate ciklusa prikazan je u tablici 1 te na slikama 2 i 3.

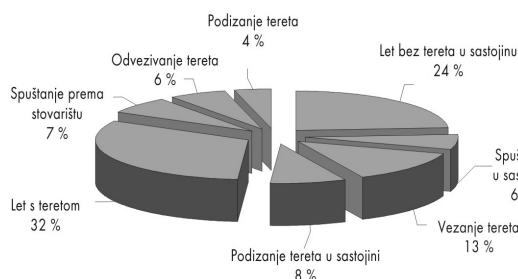
Posadu helikoptera čine tri člana (2 pilota i navigator), a teret pripremaju, vežu i odvezuju na stovarištu (uz pretpostavku da se uže ne odvezuje automatski) drugi članovi, posebno uvježbani za rad s tovarom koji visi ispod helikoptera. Drvo treba privući izvan stambenih i industrijskih zona kako se ne bi ugrozila sigurnost ljudi, zgrada ili bilo kakve opreme u slučaju da se tovar odveže. Radilište mora biti osigurano od pristupa nezaposlenih i neovlaštenih osoba. Iznošenje drva helikopterom mora biti u skladu s važećim pravilima o zračnom transportu i ne smije se izvoditi za vrijeme magle i jakoga vjetera. Kosina i konfiguracija terena, kao ni kiša, nemaju utjecaja na rad helikoptera, ali otežavaju rad radnicima na tlu. Učinkovitost helikoptera ovisi o vremenu povratka, veličini tovara po jednom ciklusu i prisilno neoperativnom vremenu.

Tablica 1. Srednji utrošak vremena pojedinih radnih faza (zahvata) unutar radnoga ciklusa privlačenja drva helikopterom u zaštićenom području Polane pri srednjoj udaljenosti privlačenja od 800 m

Redni broj	Radni zahvat	Utrošak vremena, min
1	Let bez tereta u sastojinu	1,16
2	Let prema dolje u sastojinu	0,29
3	Vežanje tereta	0,62
4	Podizanje tereta u sastojini	0,38
5	Let s teretom	1,61
6	Let prema dolje do stovarišta	0,33
7	Odvezivanje tereta	0,29
8	Podizanje tereta	0,18
	Trajanje radnoga ciklusa	4,83
Broj letova po danu		72
Utrošak vremena pri točenju goriva		11,23
Utrošak vremena dnevnoga održavanja helikoptera		45,20

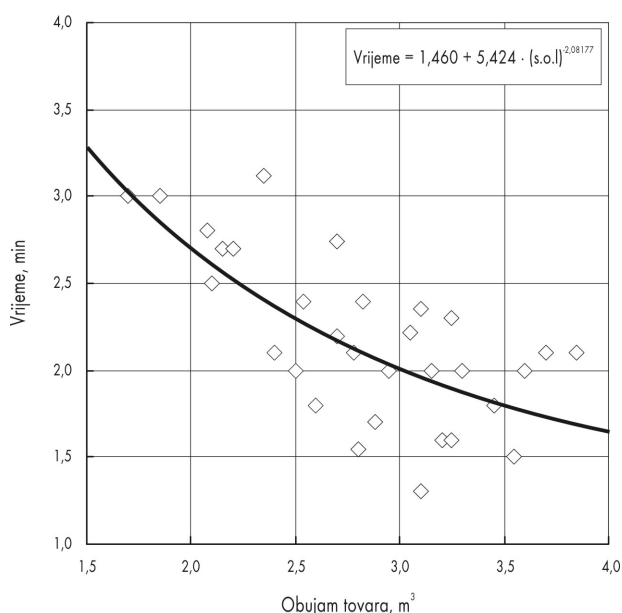
Tablica 2. Pokazatelji izvedbe helikoptera pri privlačenju drva

Pokazatelj izvedbe	Srednje vrijednost
Dnevni obujam privučenoga drva, m ³	178,08
Broj trupaca u jednom tovaru, kom.	1,61
Obujam jednoga tovara, m ³	2,10
Obujam jednoga privučenoga trupca, m ³	1,38
Utrošak vremena po 1 m ³ drva, min	2,48



Slika 2. Struktura utroška vremena helikoptera pri privlačenju drva

Trajanje radnoga ciklusa ovisi o spretnosti radnika koji vežu tovar, njihovoj sposobnosti da odrede težinu tovara, da brzo vežu trupce i spriječe odvezivanje u slučaju prevelikoga opterećenja. Svaki je helikopter opremljen dinamometrom, uređajem za mjerenje težine tereta. Teret se može odvezivati ručno, mehanički ili automatski. Veličina tereta ovisi o nosivosti helikoptera, godišnjem dobu i dobu dana te o vremenskim uvjetima. S nižim temperaturama učinak je iznošenja veći.



Slika 3. Ukupno utrošeno vrijeme po 1 m³ u ovisnosti o veličini tovara

Pogodnije je ako se teret sastoji od manjega broja trupaca zbog kraćega vremena potrebnoga za veživanje, a istodobno je i sigurnije prilikom vežanja ili slučajnoga odvezivanja. Teret je uz helikopter privezan užetom preko vitla ili češće pričvršćenim užetom jer je podizanje tereta vitlom sporije nego učvršćenim užetom. Štoviše, vitlo smanjuje korisnu nosivost helikoptera. Pričvršćeno je uže dugačko 30 – 50 m.

Moguće je privući drvo s bilo kojega mjesta. Bolje je ako se drvo nalazi na otvorenom prostoru, npr. na granici sastojine, ali se i tovar u sastojini može privući helikopterom. S postupalnoga gledišta najzahtjevniji je zahvat vežanje tereta u sastojini. On se mora odvijati što brže i sigurnije. Uvjeti za veživanje osobito su zahtjevni i teški pri izvlačenju drva dobivenoga sanitarnim sječama.

Racionalnije je na određenoj čestici postaviti dva radilišta (s po dva radnika koji vežu teret na svakom radilištu). Time se uštedi vrijeme za pripremu sljedećega tereta. Koordinacija čitavoga tima obavlja se uz pomoć prijenosnika.

Šumski radnici moraju nositi štitnike za uši i sigurnosne kacige. Nakon vežanja tereta moraju se brzo odmaknuti na sigurnu udaljenost jer je brzina strujanja zraka ispod helikoptera 220 km/h i moguće je slučajno odvezivanje tereta.

Izbor dovoljno prostranoga stovarišta i njegov smještaj igra važnu ulogu u tehničko-proizvodnoj pripremi radilišta. Lokacija stovarišta mora omogućiti spuštanje tereta bez poteškoća. Veličina stovarišta ovisi o količini drva i zahtjevima razvrstavanja, npr. po vrstama ili sortimentima. Iako je utrošak vremena po

ciklusu malen kod udaljenosti privlačenja 700 – 800 m, moguće je djelomično privlačenje trupaca traktorima sa stovarišta.

S gledišta tehničke sigurnosti potrebno je odabrati sigurno mjesto za cisternu s gorivom koje će poslužiti kao mjesto punjenja helikopterskoga spremnika.

4. Utjecaj buke helikoptera na šumski ekosustav

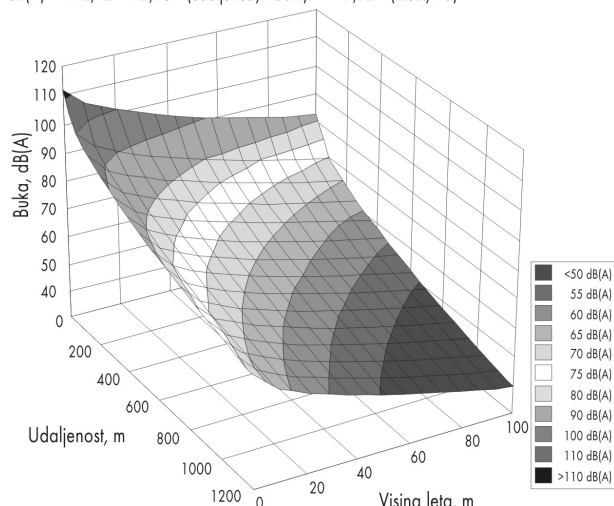
Prednosti helikopterskoga iznošenja drva zbog smanjenoga nepovoljnoga utjecaja na šumski ekosustav svakako su neprijeporne. Šumsko se tlo ne uznemirava i ne stvaraju se uvjeti za eroziju. Buka negativno utječe na ekosustav. Buka je mjerena Bruelovom i Kjaerovom opremom s filterom »A« pri tlu radilišta i u okolici u skladu s postupcima određenim međunarodnim normama. Promatran je utjecaj buke na radnike (buka na radnom mjestu) i na ostale (buka izvan radnoga mjesta). U prvom je slučaju najviša dopuštena razina buke $L_p = 80$ dB(A) s ispravkom temeljne razine 5 dB jer je rad koji obavljaju radnici vežući tovar naporan i zahtijeva visoku koncentraciju. U drugom slučaju možemo govoriti o vrijednosti od 55 dB(A) kao najvišoj dopuštenoj razini buke za zračne operacije (Konrad i Messingerova 1993). Buka na radnom mjestu iznad kojega je helikopter (duljina je užeta 50 m) iznosi 93 – 100 dB(A). Dopuštena razina od 80 dB(A) na udaljenosti je od 100 do 250 m u skladu s konfiguracijom terena. Raspodjela buke na razvedenom terenu sa zvučnim barijerama (iza brda, u gustom sastojini) drugačija je nego na otvorenom prostoru. Stoga u tom prostoru radnici moraju nositi štitičke za uši. Vrijednost buke u okolici slabo razvedenoga terena pokazuje da se vrijednost dopuštene razine može ustanoviti na udaljenosti od 1,0 do 1,5 km.

Buka je posljednji put mjerena u Visokim Tatrma u lipnju 1999. Model razine buke dobiven je iz rezultata u ovisnosti o udaljenosti i visini helikoptera (slika 4). Slika 5 prikazuje razinu buke na danim lokacijama.

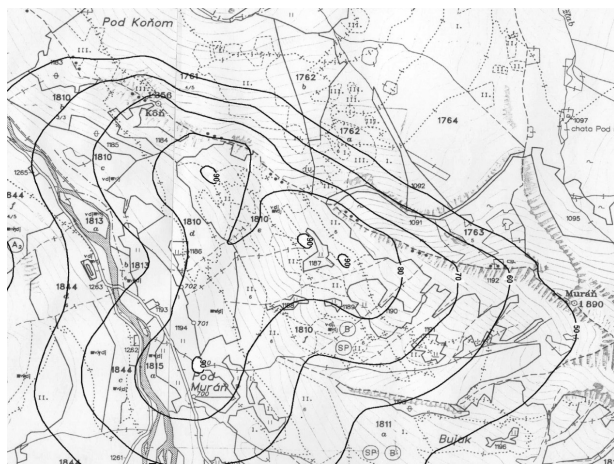
Rad je helikoptera učinkovitiji 8 – 10 puta od traktora i do 20 puta od žičare. Iz toga slijedi da je šumski ekosustav izložen buci za vrijeme rada helikoptera znatno kraće vrijeme. Ta je činjenica posebno značajna u zaštićenim područjima. Osim toga buka je mjerena u najtežim radnim uvjetima. Za vrijeme helikopterskoga leta razina je buke na tlu niža.

Raščlanjen je utrošak vremena za pojedine radne zahvate. Prikazana su i razdoblja u kojima su radnici na tlu izloženi izravnoj buci. Izračunati su intervali buke i tišine kojima su izloženi radnici na tlu. Rezultati prikazani u tablici 3 pokazuju kako su radnici samo kratko vrijeme radnoga ciklusa, dok vežu i odvežu teret, izloženi prekomjernoj buci.

$$dB(A) = 112,12 - 12,78 \cdot (\text{udaljenost}/100m)^{0,483} - 7,92 \cdot (h.o.f./10)^{0,587}$$



Slika 4. Model intenziteta buke helikoptera u dB(A)



Slika 5. Karta izolinija intenziteta buke helikoptera u dB(A)

Tablica 3. Bučni i tihi intervali tijekom rada helikoptera

Radni zahvati	%	Ciklus		Smjena intervala	
		buka min	tišina min	buka min	tišina min
Radni zahvati helikoptera	100	5,92		300,0	
Iznad mjesta vezanje	32,2	19,1	4,01	96,6	203,4
Iznad mjesta odvezivanja	14,4	0,85	5,07	43,2	256,8

Šumski su radnici vežući teret izloženi štetnomu utjecaju buke oko 97 minuta u smjeni, a radnici koji ga odvežu 43 minute. Drugi je problem utjecaj prekomjerne buke s gledišta uznemiravanja životinjskoga svijeta, posebno u zaštićenim područjima. Pri

odabiru vremenske sastavnice rada potrebno je uzeti u obzir razdoblja u kojima se ptice gnijezde i divljač pari, te uskladiti vrijeme helikopterskoga privlačenja sa službama državne uprave koji vode brigu o zaštiti prirode.

Iz rezultata slijedi da buka helikoptera prelazi dopuštenu razinu, no tu granicu prelaze i traktori. Prekoračenje je granica manje značajno za helikoptere, a promjena prekomjerne razine nije tako brza. Prekomjerna je buka izmjerena samo u bližem okruženju traktora. Na udaljenosti 2 m od traktora buka je 90 – 95 dB(A), a 20 m od traktora 75 dB(A) (Konrad 1973).

5. Zaključak

Iz nekih inozemnih analiza privlačenja trupaca i vlastitoga iskustva izlazi da je helikoptersko iznošenje drva visoko učinkovito i da ne šteti ekosustavu. Prednost joj daje i činjenica da se ne moraju graditi ceste te da se trupci izvlače bez oštećivanja sastojine. Privlačenje trupaca može se odvijati i u sastojinama u kojima nije težak pristup ili u kojima se zbog otežanoga pristupa uobičajeni načini privlačenja ne mogu primijeniti te je proizvodna mogućnost takvih sastojina smanjena.

Helikopterska tehnika omogućuje privlačenje velikoga obujma trupaca dobivenih sanitarnim sječama i trupaca nesmanjene kakvoće, pri čemu ne pridonosi eroziji tla.

Pod uvjetom da su planiranje i organizacija rada provedeni ispravno, te da su primijenjene sigurnosne i zdravstvene mjere i norme glede dopuštene razine buke, moguće je postići dobre rezultate unatoč činjenici da je privlačenje helikopterom u usporedbi s tradicionalnim načinima rada najrizičnije.

Unatoč visokim troškovima može se pretpostaviti da je primjena ovoga načina rada obećavajuća u sastojinama u kojima ekološka sastavnica prevladava.

6. Literatura

Keegan, C. E., Fiedler, C. E., Wichman, D. P., 1995: Costs associated with harvest activities for major harvest systems in Montana. *Forest products journal*, 45 (7–8): 78–82.

Konrád, V., 1973: Vplyv hluku a vibrácií na pracujúcich pri sústred'ovaní dreva traktormi. Referát ku skúške z aspirantského minima, Zvolen, 71 str.

Konrád, V., Messingerová, V., 1993: Rozbor technológie, spotreby času a hluku pri približovaní dreva vrtulníkom. *AFF, TU Zvolen*, str. 321–333.

Koval, I. P., Solncev, G. K., 1992: Rubky v lesach severnogo Kavkaza. *Lesnoe Chozjaistvo*, 1: 13–14.

Mayer, G., 1981: Rundholzflüge mittels Helicopter. *Schweiz, Holzztg. Holz Bois* 94, 39: 2–4.

Messingerová, V., 1994: Sústred'ovanie dreva vrtulníkom. *Vedecko-pedagogická aktualita* c. 6, str. 50.

Adresa autora:

Valéria Messingerová
†Tibor Lukáč
Department of Forest exploitation
and Mechanization
Technical University in Zvolen,
Faculty of Forestry
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
SLOVAKIA
e-mail: messin@vsld.tuzvo.sk

Kašnjenje uvođenja vrhunskih tehnologija pri dobivanju drvnih sortimenata u Sloveniji – njegovi uzroci te izgledi za njegovo otklanjanje

Edvard Rebula, Igor Potočnik

Sažetak

Novi su proizvodni postupci pri dobivanju šumskih sortimenata u Sloveniji preuzimani pretežito iz borealnih crnogoričnih šuma s određenim zakašnjenjem. Pri uvođenju ručno-strojnoga mehaniziranja šumarskih radova (motornih pila, izvlačenja traktorima umjesto konjima, utovar dizalicama i utovarivačima umjesto ručnoga utovara) zakašnjenje je bilo od 15 do 20 godina. Potpuna je mehanizacija (dugi sortimenti, mehanizirana skladišta, mehanizirano izvoženje, privlačenje i utovar) uvedena sa zakašnjenjem od desetak godina. Tako je mehanizirano stovarište u Mariboru započelo raditi već 1972. godine, a do početka 80-ih godina u Sloveniji se na takvim stovarištima obradilo preko 50 % crnogoričnih sortimenata. Vrhunske tehnologije (faza automatizacije, rad s harvesterima, iveračima i procesorima, izvoženje forvarderima) sve do danas u Sloveniji nisu našle širu primjenu. Iznimka je tek nekoliko pokusa (procesor u Celju 1987. i Ljubljani 1998, iverač u Postojni), koji su dali zadovoljavajuće rezultate. Tu se kasni preko 20 godina, a kašnjenje se i produžuje. Sličnim se ocjenjuje i stanje u Hrvatskoj. Uzroka je za kašnjenje mnogo. Mogu se razvrstati u sljedeće skupine:

- vrste i značajke slovenskih šuma – pretežito bjelogorica, krupno drvo, strmi i stjenoviti tereni, prohodnost terena, slaba sekundarna otvorenost
- način gospodarenja šumom – zabrana čistih (golih) sječa, pretežito preborne šume, stabilno gospodarenje, pretežito prirodna obnova, višenamjensko gospodarenje, važnost socijalnih i zaštitnih zadaća šume te zapostavljanje proizvodne namjene, izbor i poredak ciljeva gospodarenja šumom i mjera za njihovu realizaciju
- ekonomske – cijena i djelotvornost rada
- ekološke – djelovanje vrhunskih tehnologija na tlo i na sastojinu
- društvene – položaj i organizacija šumarstva, tranzicija, životni standard.

Pokusi uvođenja vrhunske tehnike pri dobivanju drvnih sortimenata dali su ohrabrujuće rezultate i pokazali da je uporaba tih postupaka u odgovarajućim sastojinskim i terenskim uvjetima opravdana i opravovita. Unatoč tomu ne može se očekivati brza i šira uporaba vrhunske i vrlo djelotvorne, ali i skupe tehnike. Razlozi su za to, uz teškoće koje izlaze iz značajki slovenskih šuma, još i nizak životni standard (velika nezaposlenost i jeftina te slabo organizirana radna snaga), male i razdrobljene privatne šume, nesigurnost rada poduzeća i organiziranost šumarstva u državnim šumama te nedostatak sredstava za istraživanje navedene problematike.

Ključne riječi: vrhunske tehnologije, pridobivanje drva, Slovenija

1. Što je vrhunska tehnologija i koji su razlozi njezina uvođenja?

Vrhunska je tehnologija u proizvodnji drva rad sa suvremenim strojevima za sječu stabala i izradu drva (harvesteri), strojevima za kresanje grana, prikranje i prepiljivanje (procesori), iveranje drva, te izvlačenje i vožnja prikladnim vozilima (forvarderi). Neki su radni postupci takve tehnologije automatizirani, te ih stoga neki autori (Krivec) prepoznaju kao faze djelomično automatizirane šumske sječe.

Zbog gospodarskih se razloga javlja potreba za upoznavanjem nove tehnike, kada povećanje radne proizvodnosti treba slijediti povećanje radnih troškova i osigurati ekonomičnost rada. Takva je situacija prisutna posvuda i Samset je (1977) izražava zakonom isprekidane evolucije u šumarstvu. Situacija u Sloveniji skladno tomu zakonu prikazana je na slici 1.

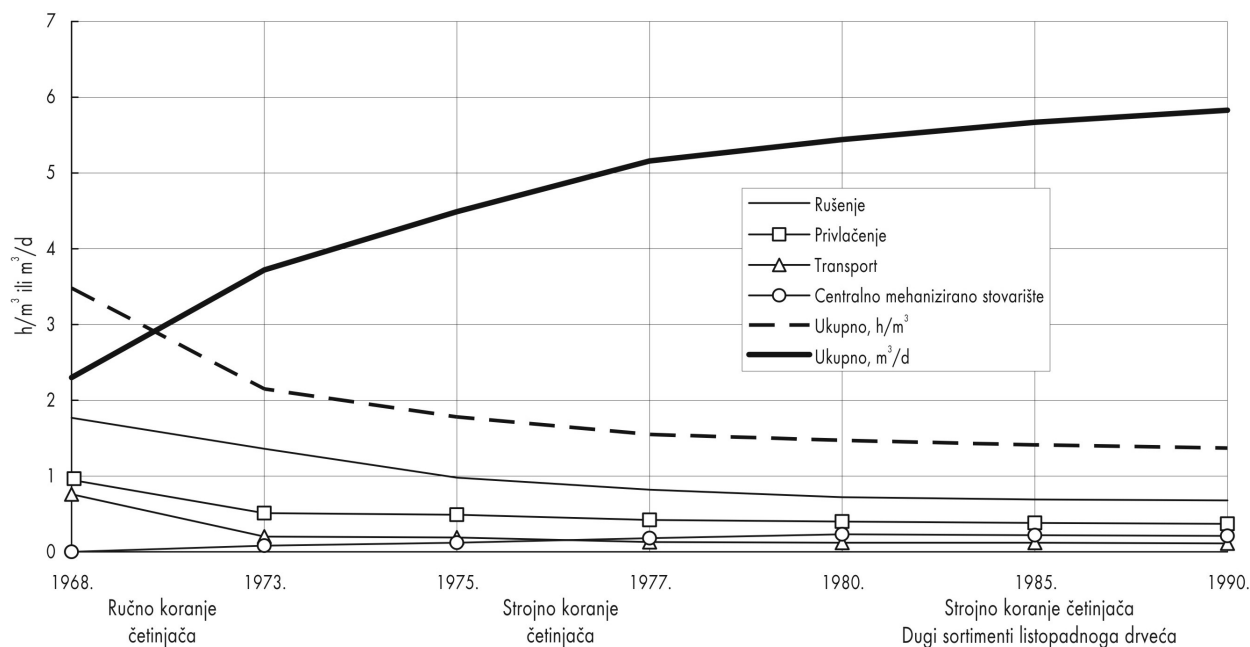
Prikazana je razlika u proizvodnosti šumskih radnika po radnim danima s obzirom na upoznatost s novom tehnikom. Proizvodnost se povećavala do 1980. godine. Nakon toga se postupci nisu mijenjali. Zahvaljujući manjim racionalizacijama proizvodnost se još uvijek povećava i približava vrijednosti od 6 kubnih metara na dan (smjenu). Predviđa se da će se porast proizvodnosti uskoro zaustaviti i šumski će rad postati preskup – šumarstvo se već suočava s navedenim problemom kod sitnoga drva. Ni troškovi sječe drva s promjerom manjim od 30 cm nisu više isplativi (Rebula 1998). Uzmu li se u obzir investicije u

šumarstvu, ekonomična je razina između 35 i 40 cm. Stoga samo stabla većega promjera osiguravaju dobit pri proizvodnji drvnih sortimenata. Posljednji rezultati pokazuju (Rednak 1999b) da šumarstvo u državnim šumama više nije ekonomično. To bi trebao biti poticaj za promjenu tehnike i proizvodnih postupaka odnosno tehnologije kao svekolike povezanosti tehnike, ekonomike i društvenih potreba i zahtjeva.

Sljedeći je razlog ergonomičnost. Svi su radnici na iskorištavanju šuma preopterećeni bukom i vibracijama. Osobito su sjekači izloženi jakim vibracijama, koji više od 70 % radnoga vremena rade na kresanju grana s motornim pilama. Vrhunska je tehnologija prikladna za sitno drvo i problemi bi ergonomije i gospodarstva mogli biti riješeni. Slika 1 prikazuje da je vrhunac mehaniziranosti sječe dosegnut prije 20 godina. U to je vrijeme vrhunska tehnika uvedena u neke države. Tako Slovenija kasni 20 godina, a kašnjenje se i dalje povećava.

2. Razlozi kašnjenja

Nekoliko je razloga zbog kojih vrhunska tehnologija još nije uvedena u Sloveniji. Neki od njih su uzrokovani prirodnim uvjetima i značajkama naših šuma. Problem su nagibi, stjenovit teren i stabla većega promjera. Sigurno je kako pod navedenim uvjetima vrhunska tehnologija neće biti primijenjena, uglavnom zbog lošijih gospodarskih rezultata, ali i općedruštvenih okolnosti. No, tako nesvladiv teren prilično je rijedak.



Slika 1. Proizvodnost šumskih radnika (h/m^3) u Šumariji Postojna

Manje je poteškoća u samoj sječi nego u privlačenju do šumskih putova.

Ostali su razlozi stvoreni našim poimanjem šuma, ciljevima gospodarenja, društvenim odnosima, položajem šumarstva, životnim standardom, radničkim udrugama itd. Ti bi se razlozi s vremenom mogli promijeniti, postati važniji ili čak nestati. Vjeruje se da su ti razlozi glavne prepreke uvođenju vrhunskih tehnologija u slovensko šumarstvo.

Presudan je način gospodarenja šumama. Biti u skladu s prirodom zakonska je obveza gospodarenja. Čiste sječe nisu dopuštene. Obnova je uglavnom prirodna. Usmjeravamo na različitost s bilo kojega stajališta (broja stabala, dobne različitosti, dimenzijske različitosti – preborne šume). Gospodarimo svakim stablom. Šumskouzgojni su cilj stabla većega promjera. Šumsko je gospodarenje višenamjensko, a proizvodna i gospodarska uloga manje je važna. Čak je i u *Zakonu o šumama* proizvodna funkcija uvijek navedena posljednja. Sve bi djelatnosti u šumi trebale biti bliske njezinu njegovanju. Najveća bi pažnja trebala biti posvećena stablima koja ostaju u sastojini nakon sječe. Slijedom toga, ciljevi gospodarenja, aktivnosti i postupci ovise o takvu pristupu. Također je ekološki kriterij za procjenu šteta nastalih sječom veoma velik.

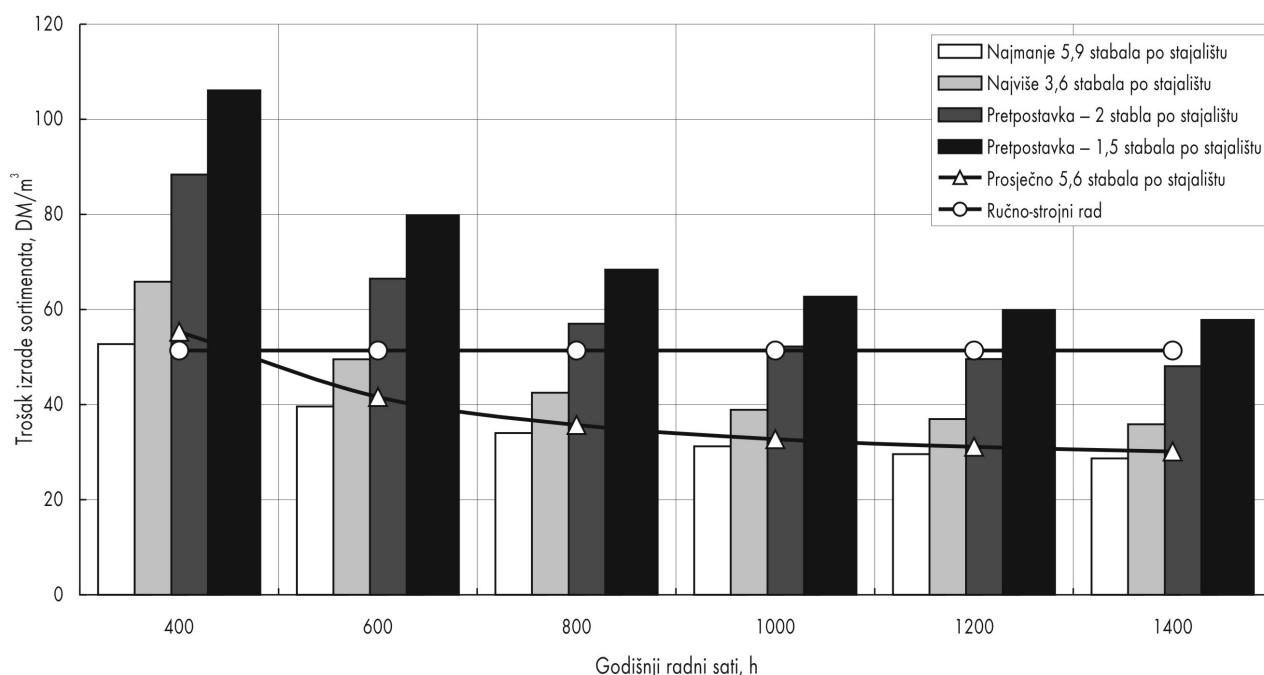
Šumari su prihvatili sve spomenuto. No, problem iskrsava kada gospodarenje treba osigurati do-

bit, koju država očekuje u svojim šumama (Rednak 1999a, 1999b). Samo šumoposjednici razmatraju ekonomičnost svoga posla.

Vrhunske su tehnologije u šumarstvu među glavnim intenzivnim gospodarstvenim granama. Vrlo su skupe. Isplative su u slučaju osigurane visoke dnevne i godišnje proizvodnosti i dužega razdoblja amortizacije. Ovo su slučajevi u kojima nastaju i odakle dolaze tehnološka rješenja: gospodarenje čistim sječama, velike površine jednodobnih šuma, šume sa stablima jednakih promjera i šume tankih stabala, visok intenzitet proreda.

Glavni je razlog za neuvođenje vrhunske tehnologije gospodarski. Nije problem uspoređivati učinkovitost s postojećim tehnologijama, već s preprekama uzrokovanim iznimno naglašenim ekološkim i društvenim zadaćama šuma, što je i prikazano na slici 2.

Slika 2 preuzeta je iz istraživanja rada harvesterera (Timberjack FMG 1270 u 1996. u šumskom području Ravnik) koji je objavio Marušić (1998). Dodani su teorijski troškovi, gdje će s istoga položaja biti izrađeno 1,5 – 2 stabla. Procijenilo se da je vrijeme izradbe (glavno proizvodno vrijeme) za jedno stablo i za premještanje od prvoga do drugoga položaja istovjetno vremenu u istraživanju. Istraživanje je obuhvatilo problem sječe u mladoj smrekovoj sastojini (drvena zaliha 100 – 130 m³/ha) pogođene snjegolomom. Posječena su 804 stabla po jednom hektaru ili



Slika 2. Trošak izradbe sotimenata (DEM/m³) harvesterom Timberjack FMG 1270 prema broju stabala obrađenih na jednom stajalištu harvesterera i prema godišnjemu broju radnih sati – prosječni obujam stabla iznosi 0,088 m³

93,2 m³ (70 % svih stabala). Naravno, intenzitet je sječe bio pretjerano velik: 3 – 4 puta veći nego što je uobičajeno u sličnim sastojinama.

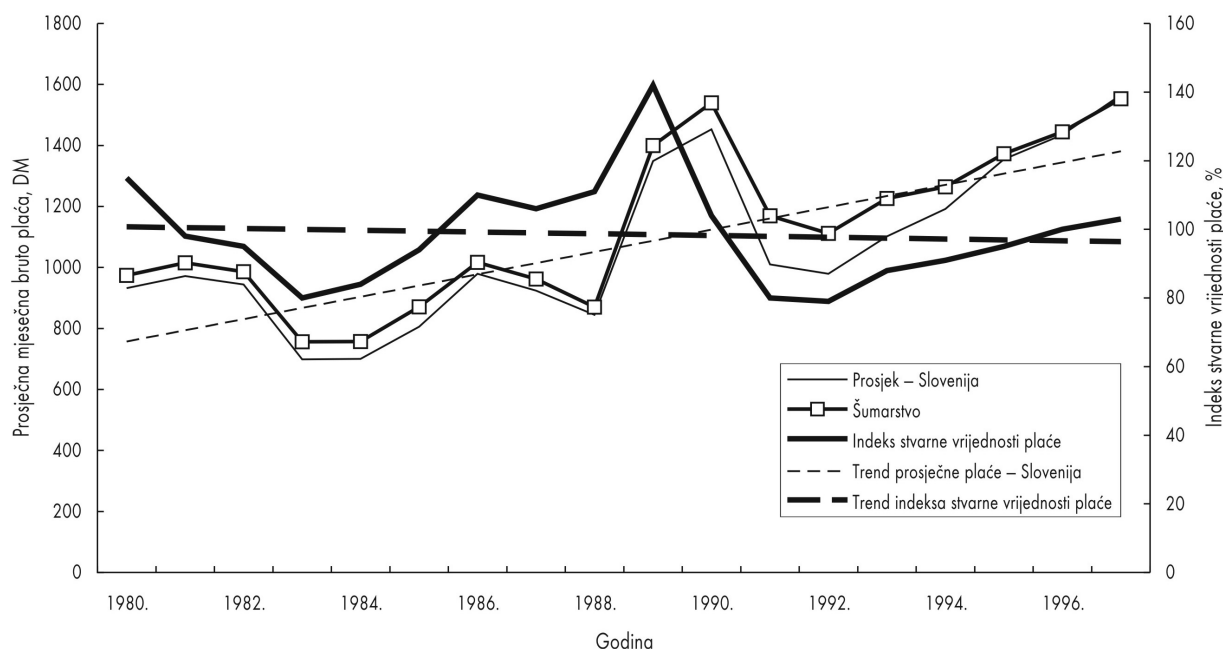
Iz slike se 2 može zaključiti:

- Pod ovim je uvjetima rad s harvesterom isplativ (uzmimo, npr., najmanje 500 radnih sati godišnje). Ako postignemo 1400 radnih sati godišnje, strojni je rad 40 % jeftiniji nego ručni.
- Tijekom radnoga dana kada se s jednoga položaja izradi 3,6 stabala, troškovi su 25 % veći nego u slučaju kada se s jednoga položaja izradilo 5,9 stabala. U prvom je slučaju bilo potrebno 1,20 minuta za izradbu jednoga stabla (s 47 % dodatnoga proizvodnoga vremena). U drugom je slučaju isti udio bio 28 % i 0,94 min za izradbu jednoga stabla.
- Kada se izrađuje manje od 2 stabla s jednoga strojnoga položaja, ručni je rad isplativiji.

Ipak, istraživani harvester nije prikladan za tanja stabla, te bi lakši strojevi bili učinkovitiji. Usprkos svemu odnosi sa slike 2 prikazuju utjecaj uzgoja šuma na primjenu vrhunske tehnologije. Procjenjuje se da će biti izrađeno manje od 2 stabla s istoga položaja ako harvester upotrebljava samo ceste za privlačenje i ako je intenzitet sječe normalan (za Sloveniju), te će biti potrebno više vremena za izradbu. Stoga je taj način rada preskup, čak i u slučaju 1400 radnih sati godišnje, što je teško očekivati. Uzevši u obzir našu organizaciju i radne navike, može se očekivati tek 1000 radnih sati godišnje.

Sljedeći je razlog za kašnjenje razmjerno velika skupoca vrhunske tehnike (u usporedbi s ručnim radom), problemi s popravcima i rezervnim dijelovima. Razloge pronalazimo u nižem životnom standardu, jeftinoj radnoj snazi, visokom postotku nezaposlenih, strahu od gubitka posla itd. Plaće se relativno sporo smanjuju, i danas su na razini onih iz ranih 80-ih (slika 3). Plaće klasičnih šumskih radnika samo su 30 – 35 % plaća radnika koji rukuju tzv. visokosofisticiranom opremom.

Drugi se razlozi zakašnjenja nalaze u promjenama (političkim i ekonomskim) u novoj državi poslije 1991. To su pitanja organizacije šumarstva, neizvjesnost glede šumskih poduzeća, denacionalizacija i nove slobode u šumarstvu. Površina se državnih šuma, u kojima šumska poduzeća skrbe za sječu, smanjila nakon denacionalizacije. S druge pak strane, uglavnom će malim šumoposjednicima biti predano 150 000 – 180 000 ha šuma (50 – 60 % bivših državnih šuma). Također se smanjio obujam sječe, a prisutni su i još neki (politički) problemi u svezi s koncesijom u državnim šumama. Sukladno tim činjenicama obujam se sječa u šumskim poduzećima smanjio 50 % (45 000 m³). Stoga ona ne nalaze poticaj za nabavu skupe vrhunske tehnike jer je njihovo poslovanje nesigurno. Za ekonomičan bi rad svaki harvester trebao izraditi najmanje 14 000 – 17 000 m³ sortimenata. Sagledavši naše radne uvjete i intenzitet sječa (proreda), uočavamo 450 – 800 ha šuma pogodnih za primjenu vrhunske tehnike (u sastojinama ili na stovarištima rad s procesorima kojima se sva stabla trebaju pre-



Slika 3. Prosječne bruto mjesečne plaće (DEM/mjesec) i indeks realne vrijednosti plaće

vesti do šumskih cesta), što je teško ostvarivo. Ipak će prije ili kasnije vrhunska tehnika biti uvedena, ali bi bolje bilo što prije. Također neka istraživanja dokažu (Tomanić 1998) da su na nekom mjestu (država, društvo) i u nekom vremenu svi postupci prilikom sječe upotrijebljeni, od najjednostavnijih do najsuvremenijih.

Također su prisutne i neke naznake koje upućuju na bolje izgled uvođenja vrhunskih postupaka, a najvažnije su predstavili šumskouzgojni stručnjaci. Uočeno je (Diaci 1996) da bivši šumarski ciljevi nisu u suprotnosti sa spoznajama suvremenoga šumarstva. Iako šumarska skrb nije usmjerena samo na količinu i kakvoću drva, proizvodna je zadaća šume najvažnija i u većini najrazvijenijih europskih država.

Kako svako ulaganje treba biti gospodarski opravdano, uzgajanje šuma mora imati isti takav cilj. Činjenica je da prihodi od prodaje drva ne pokrivaju troškove uzgajanja i osiguranja društvenih i ekoloških obveza. Zato bi trebalo osigurati neke vanjske prihode (javne), te racionalizirati uzgajanje šuma (Diaci 1999, Ott 1998). Prema tomu mora se odlučiti: treba li ustrajati na postojećim zamislima uzgajanja i njegovim troškovima ili prihvatiti vrhunske tehnologije zbog gospodarskih i društvenih razloga. Razumijeva se da ti ciljevi moraju biti postignuti u okviru ekološke i ekonomske prihvatljivosti.

Podaci o vrhunskim tehnologijama u susjednim zemljama ohrabruju. Oko 800 harvesteri i 2000 forvardera radi u Njemačkoj. Njihov je rad gospodaran,

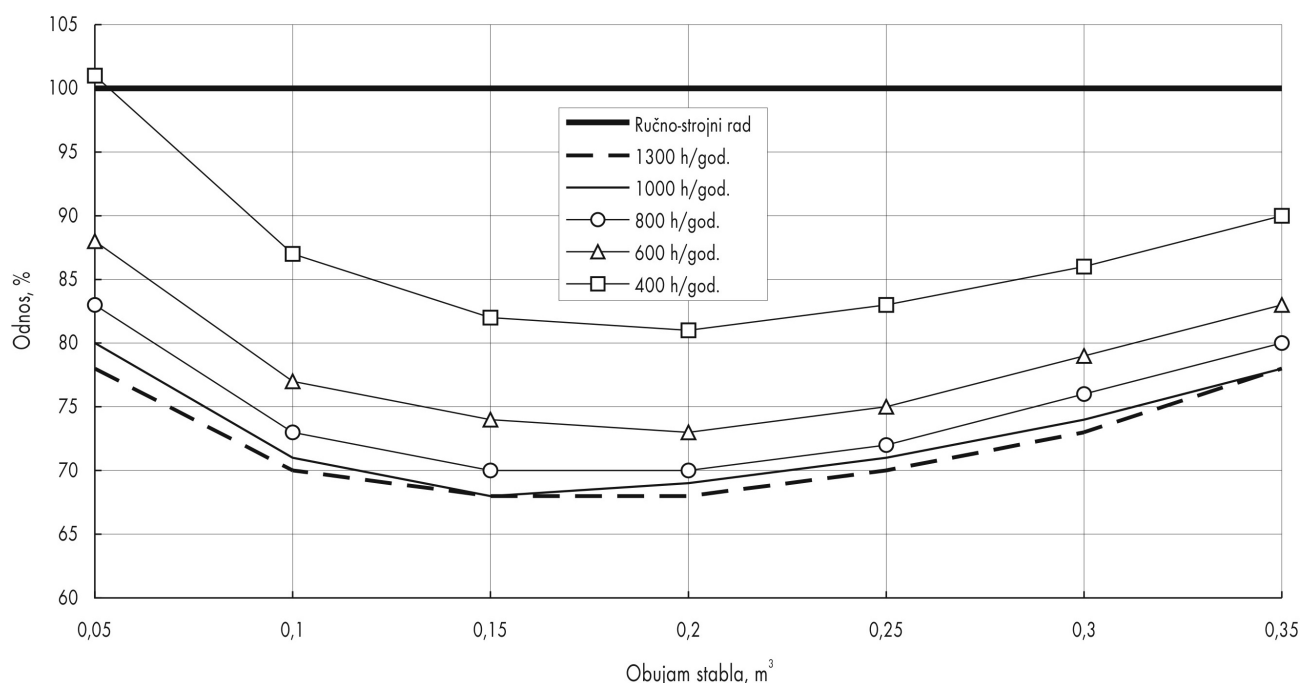
osobito pri sređivanju stanja nakon jačih šumskih šteta. Pronalasci su u Njemačkoj (Dummel 1999, Pausch 1999) istaknuli proizvodnost, troškove i ekološku prihvatljivost nekoliko harvesteri, čak i onih najtežih. Između 1,5 – 2 milijuna m³ drva izrađeno je u Austriji sa 110 harvesteri uz poštivanje navedenih zahtjeva. U vrhunsku je tehniku i postupke investirano 55 milijuna DM. Uporabom harvesteri prореde postaju gospodarski isplative (Becker 1995).

Ima i nekoliko slovenskih iskustava. Prije nekoliko godina uz harvester je bio uporabljen i procesor (slika 2). Procesor je istraživao na sječi i privlačenju cijelih stabala (Rebula 1990a), na proizvodnosti (Rebula 1990b) i ekonomičnosti (Rosenstein 1990). Procesor je bio ekonomski učinkovit i ekološki prihvatljiv. Ekonomičnost procesora KP40 prikazana je na slici 4.

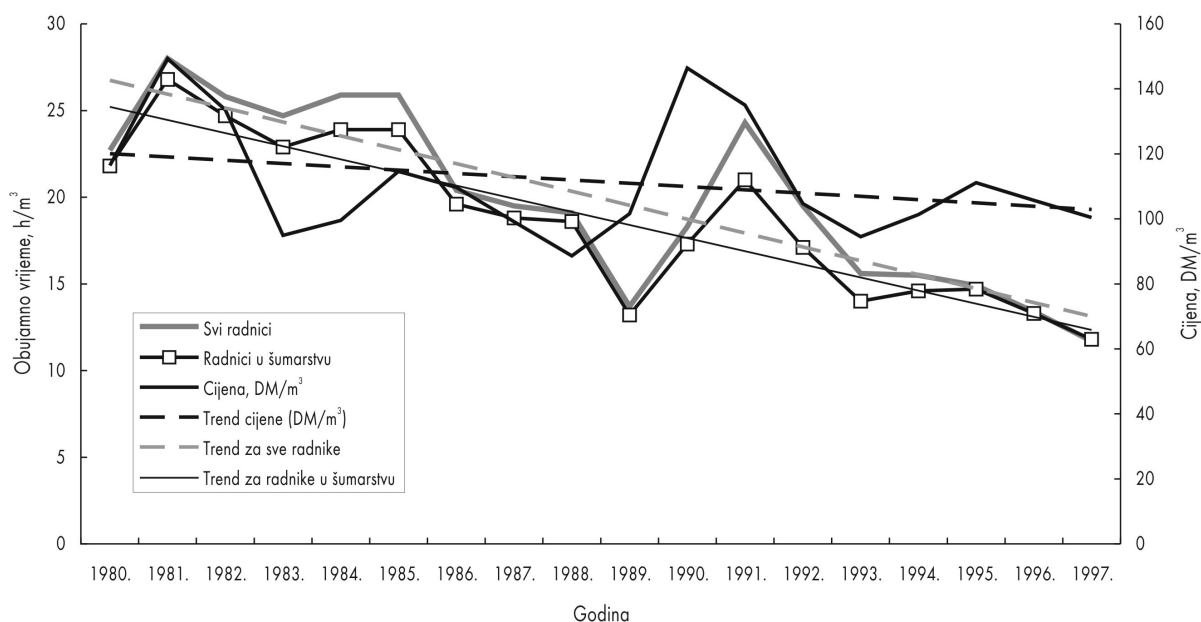
Zaključeno je da su radni zahvati procesora i harvesteri ekonomični (slika 2). Ekonomska učinkovitost ovisi o prosječnom obujmu stabla i o godišnjoj količini rada. Najveći je ekonomski učinak postignut pri obujmu stabla od 0,20 m³ (promjer 20 – 25 cm).

Povećali su se i troškovi rada u Sloveniji te neka šumska poduzeća više ne stvaraju dobit. Isti zaključak izlazi iz slike 5 u kojoj je prikazana količina radnih sati pokrivena s 1 m³ prodanoga drva. Prosječna je cijena sortimenata također prikazana na slici 5.

Zaključuje se da se danas postiže samo 70 – 80 % cijene u usporedbi s razdobljem ranih osamdesetih. Stvarna je vrijednost još niža zbog utjecaja inflacije.



Slika 4. Troškovi procesora KP40 u usporedbi s troškovima ručnoga rada (u ovisnosti o obujmu stabla i godišnjem broju radnih sati)



Slika 5. Omjeri potrebnih radnih sati i cijene drvnih sortimenata za 1 m³ prodanoga drva

Nadalje, danas se s 1 m³ sortimenata može isplatiti samo 50 % sati radnika u usporedbi sa stanjem od prije 15 godina. Taj se trend nastavlja.

Posljednji je problem koji se želi istaknuti prikladnost šumskih regija prema vrhunskim tehnologijama s proizvodnoga i ekološkoga stajališta. Procijenjeno je da bi se u Hrvatskoj moglo posjeći 54 % etata primjenom vrhunskih tehnologija (Bojanin i Krpan 1997). Za Sloveniju se može ustvrditi da je 80 % šuma prikladno za privlačenje traktorom i većina je šumskih cesta već izgrađena. Proizvodna je uloga naglašena u 82 % šuma, dok je samo u sljedećih 6 % pridodana ekološka i društvena funkcija. Samo je od 1986. do 1998. podignuto 5200 ha smrekovih sastojina. Čini se da bi 10 procesora i harvesteri mogli raditi ekonomično, čak i više njih, u slučajevima ledoloma i snjegoloma.

3. Zaključak

Vrhunske tehnologije pri proizvodnji drva u slovenskim državnim šumama nisu uvedene zbog mnogih razloga: načina šumskoga gospodarenja, jeftine radne snage i neizvjesnoga položaja šumskih poduzeća. Gospodarsko stanje, smanjenje drvene proizvodnje i povećanje plaća razlozi su koji govore u prilog uvođenju vrhunskih tehnologija. Provedena istraživanja ustvrđuju da su vrhunske tehnologije i gospodarski i ekološki vrlo prihvatljive. Procijenjeno je da bi najmanje 10 tehnički vrhunskih strojeva moglo raditi učinkovito prema trenutačnim uvjetima u Sloveniji.

4. Literatura

- Anon., 1993: Statistični letopis R. Slovenije. Zavod za statistiko, Ljubljana.
- Anon, 1993: Zakon o gozdovih. UR. I. Republike Slovenije 1993, št. 30, str. 1677–1691.
- Becker, G., 1995: Waldbau und Holzqualität. Forst und Holz, 50(18): 565–569.
- Bojanin, S., Krpan, A. P. B., 1997: Mogućnost tzv. visokoga i potpunog mehaniziranja sječe i izrade te mehaniziranja privlačenja drva u šumama Hrvatske (Möglichkeit der Hoch- und Vollmechanisierung der Einschlagsarbeiten, und Mechanisierung des Holzrückens in Wäldern Kroatiens). Šumarski list, 121(7–8): 135–150.
- Diaci, J., 1996: Nega gozdov in kakovost v prihodnosti. Zbornik gozd. in lesarstva, 51: 121–131.
- Dummel, K., 1999: Mechanisierte Holzernte in Deutschland. Stand und Beurteilung. Sammelbuch, 33, Internationales Symposium »Mechanisierung Der Waldarbeit«, Forstliche Fakultät Zagreb, 1–6. Juli 1999.
- Duerrstein, H., 1999: Zukunfftige aufgaben der Forsttechnik in Oesterreich. Sammelbuch, 33, Internationales Symposium »Mechanisierung Der Waldarbeit«, Forstliche Fakultät Zagreb, 1–6. Juli 1999.
- Košir, B., Krč, J., 1994: Razmerja med funkcijami gozdov z vidika omejitve pri opravljanju gozdnih del. Zbornik gozd. in lesarstva, 45: 115–189.
- Martinić, I., 1993: Šumski rad na prekretnici – švedsko viđenje razvoja. Mehanizacija šumarstva, 18: 135–142.

- Martinić, I., 1997: I u najvažnijim je europskim procesima šumarstvo na sporednom kolosjeku. *Mehanizacija šumarstva*, 22: 125–128.
- Marušić, J., 1998: Študij časa sečnje s strojem za sečnjo Timberjack FMG 1270 v gospodarski enoti Ravnik. Dipl. nalog, BF, Gozd. odd., Ljubljana.
- Ott, E., 1998: O razvoju gojenja gorskih gozdov v švicarskih Alpah. Zbornik referatov »Gorski gozd«, BF, Gozd. oddlek, Ljubljana, str. 65–80.
- Pausch, R., 1999: Versuchsergebnisse zu Produktivität und Pfleglichkeit hochmechanisierter Starkholzernte. Sammelbuch, 33, Internationales Symposium »Mechanisierung Der Waldarbeit«, Forstliche Fakultät Zagreb, 1–6. Juli 1999.
- Rebula, E., 1990a: Drevesna metoda sečnje in spravila in učinki pri delu. Zbornik gozd. in lesarstva, 36: 121–148, Ljubljana.
- Rebula, E., 1990b: Istraživanje rada s procesorom KP 40. *Mehanizacija šumarstva*, 15: 139–160.
- Rebula, E., 1991a: Erozijska na vlakah. Zbornik gozd. in lesarstva, 37: 53–81.
- Rebula, E., 1991b: Posljedice gradnje vlaka u šumi. *Mehanizacija šumarstva*, 18: 3–10.
- Rebula, E., 1998: Vpliv debeline in višine jelovega drevesa na njegovo vrednost in donosnost. Ovrednotenje zakona o kosovnem volumnu. Zbornik referatov »Gorski gozd«, BF, Gozd. oddlek, Ljubljana, str. 191–205.
- Rednak, A., 1999a: Gozd je lep, kako pa zanj skrbimo. Profit, 22. 9. 1999: 6–7, Ljubljana.
- Rednak, A., 1999b: Gozdarska dejavnost lani poslovala s 160 milijononi tolarjev izgube. Vpliv ujm, stečajev kupcev in davkov, Profit, 22. 9. 1999: 7, Ljubljana.
- Rosenstein, D., 1990: Gospodarnost strojnega obvejevanja drobnega drevja s procesorjem KP 40 v razmerah TOZD Vitanje (GG Celje). Dipl. d., BF, Gozd. odd., Ljubljana.
- Samset, I., 1977: Razvitak metoda i tehnike u šumarstvu. Prijevod predavanja, Zagreb.
- Sever, S., 1993: Stanje i mogući razvoj mehanizacije u hrvatskom šumarstvu. *Mehanizacija šumarstva*, 18: 3–16.
- Sever, S., 1993: Neke poruke s ELMIA WOOD 93. *Mehanizacija šumarstva*, 18: 45–46.
- Sever, S., 1993: Šumarsko inženjerstvo. *Mehanizacija šumarstva*, 18: 105–106.
- Tomanić, S., 1998: Razvoj metoda i sredstava u šumarstvu. *Mehanizacija šumarstva*, 23: 25–29.

Adresa autora:

Edvard Rebula
Kraigherjeva 4
6230 Postojna
SLOVENIJA

Igor Potočnik
Biotehniška fakulteta
Univerza v Ljubljani
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Večna pot 83
1001 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: igor.potocnik@bf.uni-lj.si

Strategija pridobivanja šumske biomase u Republici Hrvatskoj do 2030. godine

Julije Domac, Stjepan Risović, Stanislav Sever

Sažetak

Strategija razvitka energetskega sektora Republike Hrvatske obuhvaća razdoblje do 2030. godine, pri čemu se na prvom mjestu ciljeva nalazi povećanje energetske učinkovitosti. Rast učinkovitosti pri uporabi šumske biomase nudi jednu od neposredno najprihvatljivijih i troškovno najpovoljnijih mogućnosti djelovanja na okoliš. Sa svojih 43,5 % šumišta i oko trećine pošumljenoga hrvatskoga ozemlja Republika Hrvatska pripada među zemlje sa značajnijim postotkom šuma po stanovniku. Ukupna drvna zaliha u Hrvatskoj iznosi 324 256 milijuna m³. Navedeno jamči i izglednost većega udjela šumske biomase u ukupnoj energetske bilanci zemlje. Godine 1995. od ukupnoga tehničkoga potencijala (39,059 PJ) udio je šumske biomase iznosio 63,59 % (24,840 PJ). Dosadašnja istraživanja pokazuju da dodatni potencijal biomase šumskoga podrijetla, za čije je korištenje potrebno ostvariti određene preduvjete, iznosi daljih 10,800 PJ. Procjenjuje se da bi udio šumske biomase kao energetskega potencijala u Republici Hrvatskoj do 2025. godine mogao iznositi 58 PJ zbog pošumljavanja i redovitih, gospodarskim osnovama propisanih radova. Pri spoznavanju energetske potrebe RH-a hrvatske šume kao uovjetno obnovljiv izvori biljne tvari mogu biti trajni izvori primarne energije – gorivoga ogrjevnoga drva. Strategija energetskega razvitka Republike Hrvatske prepoznaje šumsku biomasu kao najvažniji obnovljivi izvor energije nakon velikih hidroelektrana. I najnovija istraživanja provedena u prvoj polovici 1999. godine potvrđuju navedeno. Povećana proizvodnja energije iz šumske biomase, uz poznati i dokazani način iskorištavanja i postupaka, znanih teorijskih osnova i pokusnih praktičnih potvrdi, mogla bi dugoročno pridonijeti povećanju proizvodnje energije iz šumske fitotvari, povećanju opće energetske učinkovitosti, smanjenju uvoza energenata te većoj sigurnosti opskrbe, značajnomu smanjenju negativnoga utjecaja na okoliš energetskega sektora, otvaranju novih radnih mjesta i većemu ulaganju u područja od posebne državne skrbi, te izradbi podloga za potrebnu legislativu i poticajnih mjera za pojedinu energetske jedinicu ili šire. Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da je potrebno stvoriti vlastitu energetske politiku kao odgovor na zahtjeve izgradnje novoga gospodarskega sustava u energetske sektoru. Pritom iskustva razvijenih zemalja u uporabi šumske biomase, a koje imaju dobro osmišljenu energetske politiku, mogu biti pomoć u traženju najpovoljnijih rješenja.

Ključne riječi: strategija, šumska biomasa, drvni ostatak, zaštita okoliša, bioenergana, energetske učinkovitost

1. Uvod

Primjena vrhunskih proizvodnih postupaka u uporabi šuma uz njezino otvaranje stvara i nove mogućnosti pridobivanja i korištenja biomase za energetske potrebe. Promjene u energetske sektoru neće se dogoditi sama od sebe i bit će potreban velik napor da se izgradi organizirani sustav gospodarenja energijom. Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da treba pronaći pravu ravnotežu između tržišta i poticaja

države te tehnološko-tehničkih gledišta gospodarenja energijom, kao i društvenoga stupnja gospodarenja energijom. Strategija pridobivanja i uporabe šumske biomase temelji se na održivom razvitku i zaštiti okoliša, uklapa se u nacrt Strategije energetskega razvitka Republike Hrvatske i Nacionalni energetske program u okviru programa PROHES. U razgledu ove strategije vođeno je računa još i o sljedećim čimbenicima: povećanju energetske učinkovitosti, sigurnoj dobavi i opskrbi energentom, tržištu, mogućnosti

uključivanja u europske pokusne projekte na području novih tehnologija, prilagodbi regionalnim, europskim i svjetskim trendovima.

2. Iskustva drugih zemalja u korištenju energije biomase

U 1995. je godini u zemljama Europske unije (EU) iz biomase proizvedeno više od 1 700 PJ energije, odnosno 59,5 % od svih obnovljivih izvora. Procjenjuje se da će se do 2010. godine proizvodnja energije iz biomase povećati na 5 500 PJ, čime bi njezin udio u odnosu na ostale obnovljive izvore iznosio 73 % (tablica 1).

Iskustvo razvijenih zemalja (Austrija, Finska, Švedska ...) pokazuje da biomasa (dio koji se odnosi na biljnu tvar) iz šumarstva i drveni ostatak u drvnopredrađivačkim pogonima uporabom vrhunskih tehnologija i ekonomskim vrednovanjem zauzima istaknuto mjesto u energetske bilanci. Tako je, na primjer u

Finskoj, 1994. godine udio energije dobiven od drva bio 14 % ekvivalentne, jednakovrijedne nafte, ili oko 4,3 Mt (Mt – mega tona), a namjera je da se do 2005. godine poveća udio goriva biološkoga podrijetla za oko 25 %. U Austriji biomasa sudjeluje s približno 14 % u proizvedenoj primarnoj energiji, dok je u Švedskoj 1998. godine iz biomase proizvedeno više od 18 % ukupno potrošene energije. Pritom se procjenjuje da će do 2002. godine godišnja proizvodnja električne energije iz biomase u Švedskoj biti oko 3000 GWh (Tegner 1998).

3. Šumska biomasa

Površina hrvatskoga šumišta (bilo pošumljenoga ili nepošumljenoga šumskoga zemljišta) iznosi 2 485 611 ha ili 44 % ploštine kopnenoga državnoga teritorija. U tablici 2 prikazana je ploština šumišta prema vlasništvu (Anon. 1996a).

Za energetske biomasu značajna je podjela obrasloga šumskoga zemljišta prema *uzgojnim oblicima*, npr. šuma sjemenjača, panjača, makija, gariga, šikara, kultura i plantaža, a u svijetu postoje i *energetske šume* kakvih nema u Hrvatskoj (tablica 3).

Visokovrijednih šuma sjemenjača ima oko 12 300 km², a niskih šuma ili šuma panjača 5 049 km². Različitih degradacijskih oblika, kao što su makije, garizi, šikare, šibljaci i sl., ima 3 299 km², dok je površina plantaža topola i vrba 0,159 km².

Drvena zaliha hrvatskih šuma iznosi 324,256 × 10⁶ m³, a ukupni je prirast šuma u Hrvatskoj oko 9,6 milijun

Tablica 1. Korištenje biomase u zemljama EU-a u 1995. i procjena za 2010. godinu (Anon. 1998)

Oblik korištenja energije biomase, god.	1995	2010
Zagrijavanje obiteljskih kuća, TWh	301,8	707,8
Područno grijanje i procesna toplina, TWh	116,0	464,0
Proizvodnja električne energije, TWh	53,4	221,6
Proizvodnja tekućega biogoriva, TWh	5,8	127,6
UKUPNO – TWh	477,0	1521,0

Tablica 2. Skupine obraslosti šumskoga zemljišta za tri vrste vlasništva

Razred obraslosti		Vlasništvo						Ukupno	
		Državne šume – »Hrvatske šume«		Ostala poduzeća i ustanove		Privatno			
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Obraslo šumom		1 592 869	79,99	31 278	90,00	454 133	98,48	2 078 289	83,61
Neobraslo zemljište	Proizvodno	323 130	16,22	1 229	3,73	6 975	1,51	331 334	13,33
	Neproizvodno	14 490	0,73	107	0,32	20	~ 0	14 618	0,59
Neplodno zemljište		61 048	3,06	314	0,95	8	~ 0	61 370	2,47
Ukupno		1 991 537	100,0	32 928	100,0	461 136	100,0	2 485 611	100,0

Tablica 3. Udio obrasloga šumskoga zemljišta prema uzgojnomu gospodarskomu obliku, ha

Vlasnici	Sjemenjače	Panjače	Šikara	Šibljaci	Makija	Garizi	Plantaže	UKUPNO
»Hrvatske šume«	1 018 054	252 137	258 129	6 900	29 255	13 072	15 322	1 592 869
Ostala poduzeća	25 582	2 404	1 202	0	1 569	132	398	31 287
Privatno	183 905	250 360	19 688	0	0	0	181	454 133
UKUPNO	1 227 541	504 901	279 019	6 900	30 824	13 203	15 901	2 078 289

Tablica 4. Prosječni mogući etat hrvatskih šuma prema prihodu za polu-razdoblja 1996–2005, 2006–2015. i 2016–2035.

Prihod	Prosječni mogući etat za razdoblja, m ³		
	1996–2005	2006–2015	2016–2035
Glavni	22 082 122	24 961 210	69 274 365
Prethodni	16 860 187	16 001 623	27 777 325
Preborni	14 597 867	16 156 318	31 984 340
Ukupno	53 540 176	57 119 151	129 016 030
Godišnji prosjek	5 354 018	5 711 915	6 450 802

na kubnih metara (2,96 %). Povećanje prirasta raznim mjerama realna je mogućnost rasta postojeće biomase za energentske potrebe.

Dio drvene zalihe predviđen za sječu, tzv. etat, od 1996. do 2035. prikazan je za sve vlasnike u tablici 4 odvojeno prema prihodu.

Uvijek se promatra razdoblje od četrdeset godina u kojem je za prvih deset godina propisano, a za sljedećih trideset godina predviđeno gospodarenje. Prosjek sječa u prvom polurazdoblju iznosi godišnje oko 5,35 milijuna m³, a pred kraj spomenutoga razdoblja $6,45 \times 10^6$ m³ u godini dana. Ostvareni ili tzv. realizirani etat uobičajeno se razlikuje od mogućega etata.

Na osnovi količine i udjela sortimenata u ukupnom etatu svih vlasnika za (polu)razdoblja od 1996. do 2035. godine u tablici je 5 prikazan proračun ukupnoga energijskoga potencijala prosušenoga ($w = 15$ %) prostornoga drva za energiju s ostalim šumskim drvnim ostatkom. U istoj je tablici prikazan i energetski potencijal dijela drvnoga ostatka u pilanskoj preradbi. Kako je riječ o preradbi drva u sklopu drvnoindustrijskih poduzeća, pretvorbom toga ostatka u toplinsku ili neku drugu energiju povećava se iskoristivost drva za energetske potrebe. U pilanskoj preradbi od 1 m³ piljenica ostatak kod četinjača iznosi 30 % (15 % piljevina, 15 % odresci), a kod listača 40 % (20 % piljevina, 20 % odresci). U izradbi furnira ukupni ostatak iznosi 20 %.

Za ocjenu šumskoga zemljišta koje bi ponajprije davalo drvo kao energent važna je postojeća šumišna ploština iskazana u tablici 2 od 331 334 ha neobrasloga proizvodnoga šumskoga zemljišta u Republici Hrvatskoj. Tomu treba pridodati i biomasu dobivenu u šumama posebne namjene, opožarenim šumama i sl. Uz pretpostavku da se na 30 % navedenoga zemljišta mogu osnovati *energetske šume* s kratkom ophodnjom do 5 godina te osigurati proizvodnja biomasa oko 12 000 kg/ha · god. suhe tvari, može se uz odgovarajuća ulaganja na površini od oko 100 000 ha očekivati prirast $1200 \cdot 10^6$ kg/god. Takav bi se godišnji prirast mogao »žeti« mehanizirano.

Tablica 5. Energetski potencijal prostornoga drva namijenjenoga za energiju sa šumskim ostatkom te dijela industrijskoga drvnoga ostatka u Republici Hrvatskoj za (polu)razdoblja 1996–2005, 2006–2015. i 2016–2035.

Nositelji energije	Prosječni energetski potencijal za (polu)razdoblja TJ/god.		
	1996–2005	2006–2015	2016–2035
Ogrjevno drvo	16 324,85	17 732,50	20 330,76
Otpad/ostatak	6 990,64	7 409,43	8 574,67
Ukupno	23 315,49	25 141,93	28 905,43

Uz navedeno, ulaganjem u *degradirane šume* može se iz šikara, šibljaka, makije i sl. povećati kakvoća i količina njihove drvene zalihe. Od približno 330 000 ha takvih šuma samo uzgojnim zahvatima na oko 30 % te ploštine dobio bi se prirast oko 5 do 8 m³/ha · god., što bi prirast povećao za oko 643 000 m³ · god.

Procjenjuje se da bi se uz ulaganja na podizanju novih šuma i povećanju proizvodnosti i kakvoće degradiranih šuma godišnje moglo pridobiti oko 2 043 000 m³ biomase za energetske potrebe.

3.1. Izradba gorivoga drva

Preradba šumske biomase u oblik pogodan za korištenje složen je zadatak. Uz djelovanje raznim strojevima na usitnjavanju ili ugušćivanju biomase, znatno je i rukovanje tijekom procesa, npr. premještanje, transport, skladištenje, sušenje i dr. Tehnološki procesi izradbe gorivoga drva odvijaju se dijelom na otvorenom prostoru sastojine, a djelomice u industrijskim pogonima. Pri izradbi šumske biomase u osnovi se mogu razlikovati tri različite radnje:

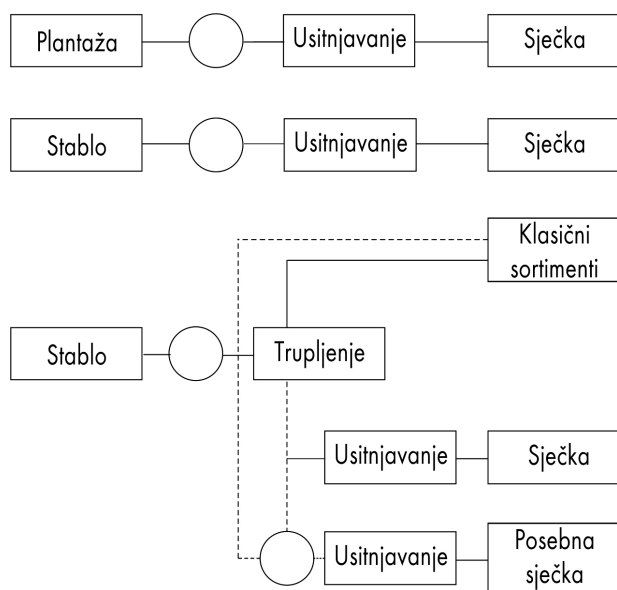
- sječa i skupljanje
- usitnjavanje, zgušnjavanje, paletiziranje i sl.
- transport proizvedenoga energenta.

Dok prvi i treći stupanj predstavljaju dio općega iskorištavanja šuma, u drugoj se fazi koriste specifični strojevi i uređaji za izradbu energenta. Uporaba inačica metoda rada ovisi o korištenoj tehnici, tradiciji, gospodarskim uvjetima i drugim čimbenicima.

Jakupović (1990, prema Bojaninu) (slika 1) navodi osnovne metode usitnjavanja biomase radi dobivanja sječke za potrebe proizvodnje energije.

Iz prikaza je na slici 1 vidljivo da se oblik drva pogodan za gorivo može dobiti s plantaža, stabala iz prirodnih šuma ili iz ostatka nakon odvajanja drvnih sortimenata. U posljednjem se slučaju usitnjava drvo i kora ako su obuhvaćeni proizvodnim postupkom. U protivnome se usitnjava zajednički drvo s korom.

Općenito, drvo može ostati kao krupniji sortiment (cjepanica, sječenica i dr.), može se pretvoriti u drvni

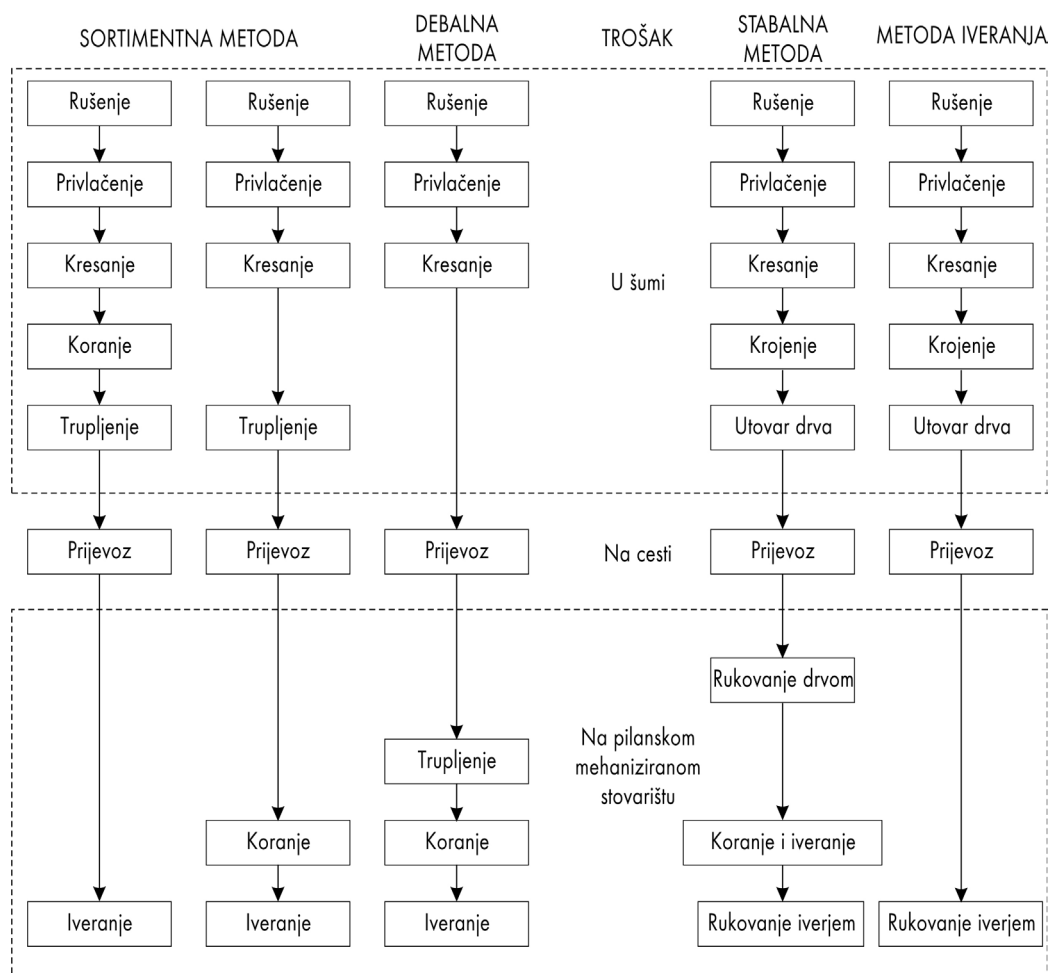


Slika 1. Osnovni načini rada pri usitnjavanju biomase stabala

ugalj, tekuće gorivo, plin, ugustiti u briket, pelet i sl., dok se pri preradbi drva dobiva blanjevina, piljevina i bruševina ili sječka (iverje).

Razvoj šumarstva u 20. stoljeću doživljavao je postupno promjene tehnike i načina rada. Dok *postupke* obilježava mjesto izradbe, izradba sortimenata u sječini (tzv. sortimentna metoda) na pomoćnom stovarištu i izradba sortimenata na središnjem mehaniziranom stovarištu, *načine rada* obilježava oblik i veličina sortimenata koji se transportira iz šume. Tako se razlikuju sortimentni, višekratni, debalni i stabalni način rada, kao i dijelova stabala (Sever 1989). Porast pridobivanja energentske biomase uvođio je u šumarsku praksu *metodu iveranja*. Shematski je prikazan tijek promjena radnji pri iskorištavanju šuma, s promjenom mjesta radnji (slika 2).

U iskorištavanju šuma za zemlje poput Hrvatske, u kojoj je najzastupljenija vrsta drva bukva, značajan je razvoj postupaka dobivanja ogrjevnoga drva, od izradbe cjepanica duljine 1 m do usitnjavanja drva.



Slika 2. Razvoj prenošenja radnji iz šume na mehanizirano stovarište

Pritom se kod listača kreće udio biomase za prostorne sortimente od 45 do 58 %, kod hrasta je to 35 do 45 %, a, na primjer, kod četinjača oko 7 %. Kako u Hrvatskoj na drvo listača otpada i do 86 % ukupnoga šumskoga fonda, svako unapređenje tehnike ili načina rada dovodi s jedne strane do povećanja postotka uporabe šumske biomase i smanjenja troškova proizvodnje uz humanizaciju rada.

U zemljama sa znatnim korištenjem šumske biomase kao primarnoga nositelja energije poznato je nekoliko putova pri stvaranju povećanoga udjela šumske biljne tvari u energetske bilanci (Anon. 1992). O mjestu dobivanja sječke, tzv. iverja, ovisit će i postupak njegova dobivanja. Usitnjavati (iverati) može se na sječini – neposredno na mjestu sječe i izradbe, na vlakama, ili duž šumskih prometnica odnosno uz glavne izvozne putove, ali i neposredno uz kotlovsko postrojenje. U tablici su 6 prikazani neki od načina dobivanja sječke kao energenta za kotlovska postrojenja.

Usitnjavanje drva, tzv. iveranje, obavlja se sječalicama, tzv. iveračima, koji omogućuju konačnu usitnjenost drvnoga ostatka. Prema veličini se iverače za rad u iskorištavanju šuma dijele u tri skupine (Hamm i dr. 1994). U prvu se skupinu ubrajaju mali iverači, najčešće učvršćeni na trozglojni podizač traktora, čije je punjenje redovito ručno, učinak je mali pa se koriste za pripremu sječke malih toplinskih jedinica, npr. onih u obiteljskim domaćinstvima. Srednji su iverači nošeni poljoprivrednim ili odgovarajućim

posebnim šumskim traktorima. Kod tih je iverača moguće i mehanizirano punjenje pomoću hidrauličnih dizalica. Veliki su iverači obično ugrađeni na šumske traktore treće generacije ili na vlastito vozilo. Punjenje je stroja isključivo hidrauličnom dizalicom.

Za sječku dobivenu u šumi treba osigurati prijevoz do potrošača. Pri projektiranju i organizaciji transporta valja imati na umu rastresitost drvene sječke.

4. Zaključak

Prihvati li se da Europska unija na neki način ukazuje na putove odnosa prema obnovljivim izvorima energije, onda šumska biomasa zauzima značajno mjesto. Šumarstvo i drveni ostatak u obradbi i preradbi drva svojim rješenjima i povezanošću proizvodnih postupaka najbrže mogu ostvariti povećanje udjela šumske biomase u ukupnoj nacionalnoj potrošnji energije, sa sadašnjih 4,5 % na dvoznamenkasti udio. To će biti još značajnije ako se pokrene osnutak energentskih šuma na plodnom nepošumljenom šumskom zemljištu. U Republici je Hrvatskoj za pridobivanje drva kao nositelja energije važno pripomenuti nekoliko činjenica:

- u državnom je vlasništvu i oko 80 % šuma i šumskoga zemljišta
- postoji jedno poduzeće koje gospodari državnim šumama
- postoji čvrsta nerazdvojivost uzgajanja i iskorištavanja šuma
- raspoložive nepošumljene površine šumišta mogu poslužiti za osnutak energentskih šuma
- već se je ovladalo postupcima pridobivanja primarnih i sekundarnih nositelja energije.

Ovi, a možda i neki navedeni čimbenici, dopuštaju tvrdnju da je širenje uporabe drva kao energenta ovisno o izvanšumarskim odlukama, ponajprije državne strategije i odnosa prema obnovljivim energentima, brizi za okoliš, željenoj razini stanovanja u seoskim obiteljskim gospodarstvima i sl.

5. Literatura

Anon., 1992: Handbuch Fernwärme Nahwärme aus Biomasse. Landesenergieverein Ausgabe Steiermarkt, Graz, str. 1–107.

Anon., 1996a: Šumskogospodarsko područje Republike Hrvatske, Šumskogospodarska osnova, Tablice ŠGO-6 do ŠGO-14 (vrijedi od 1996. do 2005. godine). Zagreb.

Anon., 1996b: Razvoj i organizacija hrvatskoga energetskoga sektora. Gospodarenje šumama u Hrvatskoj. Proizvodnja i potrošnja energenata i energije, Energetski institut »Hrvoje Požar«, Zagreb, str. 1–76.

Tablica 6. Mogući načini proizvodnje drvene sječke

Sječa ¹	Sječa ²	Sječa ³	Sječa ⁴	Sječa ⁵
Krojenje	Krojenje	Usitnjavanje	Krojenje	Sušenje
Privlačenje	Privlačenje	Transport u kontejneru	Usitnjavanje	Krojenje
Transport	Stovarište u šumi	Kontejnerski transport + Međuskладиštenje ¹	Transport	Privlačenje
Istovar + Usitnjavanje	Transport	Pretovar, transport do korisnika	Uskladištenje kod korisnika	Usitnjavanje
Uskladištenje	Usitnjavanje Uskladištenje			Transport
Pretovar				
Transport				
Uskladištenje kod korisnika				

¹ Usitnjavanje pri međuskладиštenju

² Stalni nepokretni usitnjivači kod silosa

³ Pokretni usitnjivači

⁴ Usitnjavanje na vlaki

⁵ Usitnjavanje na šumskoj cesti

Anon., 1998: BIOEN Program korištenja energije biomase i otpada. Prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Energetski institut »Hrvoje Požar«, Zagreb, str. 1–122.

Hamm, Đ., Goglia, V., Sever, S., 1994: Korištenje drvnog ostatka iz šumske proizvodnje za dobivanje iverja kao goriva u toplinskim generatorima. *Mehanizacija šumarstva*, 19(4): 269–275.

Risović, S., 2000: Izazov uvođenja vrhunskih tehnologija pri energijskoj pretvorbi u drvnom proizvodnom lancu.

Vrhunske tehnologije u uporabi šuma, HAZU – Znanstveni skup održan 11. travnja 2000. u Zagrebu, str. 129–156.

Sever, S., 1989: Iveranje i iverači. Skup s prikazom lančanog rada u iskorištavanju šuma listača uz upotrebu iverača Bruks za iveranje, Modruša – Ogulin, str. 1–7.

Tegner, L., 1998: Bioenergy in Sweden. IEA Bioenergy ExCo41 Meeting, Saltsjöbaden, 13–14. svibnja.

Adresa autora:

Julije Domac
Energetski institut »Hrvoje Požar«
Ulica grada Vukovara 37
HR-10000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: jdomac@eihp.hr

Stjepan Risović
Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: risovic@sumfak.hr

Stanislav Sever
Britanski trg 11
HR-10000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: stanislav.sever@zg.t-com.hr

Socijalno-ekonomsko motrište projekata korištenja biomase u Hrvatskoj

Branka Jelavić, Julije Domac

Sažetak

Gospodarski je razvitak usko povezan s raspoloživošću i korištenjem novih izvora energije. U posljednje vrijeme postaje sve očitatije da je ovodobni pristup energiji neodrživ. Zajedno s hidroenergijom, energijom vjetra i sunca te geotermalnom energijom, biomasa se smatra ključnim čimbenikom buduće strategije korištenja obnovljivih izvora energije. Korištenje biomase i od nje dobivenih različitih biogoriva stvara raznolike društvene i gospodarske političke posljedice, posebno u razvitku osamljenih i seoskih područja. Jedna od mogućih značajnih koristi jest i potreba otvaranja novih radnih mjesta u mjesnim zajednicama. Pri točnijem izračunu ili usporedbi učinka korištenja biomase na zapošljavanje postoje brojne teškoće i problemi. Proračuni potrebnoga broja radnih mjesta, osobito u hrvatskim uvjetima, uglavnom se svode na mjerodavnu procjenu. U radu se iznosi procjena doprinosa korištenja biomase na otvaranje novih radnih mjesta u Hrvatskoj. Prikazani rezultati dio su aktivnosti Nacionalnoga energetskega programa BIOEN (Program korištenja energije biomase i otpada), a uključeni su i u nedavno objavljenu Strategiju energetskega razvitka Republike Hrvatske.

Ključne riječi: biomasa, energija, zapošljavanje

1. Uvod

Otvaranje novih radnih mjesta jedan je od zahtjeva hrvatske gospodarske i socijalne politike. Korištenje energije biomase, osim što omogućuje učinkovitu skrb o otpadu te proizvodnju energije uz najmanji utjecaj na okoliš, pruža i mogućnost za otvaranje većega broja radnih mjesta.

U povijesti korištenja energije čovječanstvo je činilo značajne zaokrete. Pri svakom od njih socijalni su čimbenici igrali važnu ulogu. Iako se ovako bitno pojednostavljaju složeni povijesni procesi, navedeno se može objasniti na sljedeći način:

[1] Energija nije pokrenula industrijsku revoluciju, ali je industrijalizacija zahtijevala promjenu u načinu korištenja energije. Na najjednostavnijoj razini, potreba da se industrijski pogoni podižu blizu izvora sirovina (ne samo izvora energije) ili tržišta radne snage zahtijevala je jednostavni transport energije. Ta je promjena potaknula korištenje ugljena umjesto drva te konačno električne energije.

[2] Pokretljivost, istodobno i trgovinska i osobna, odnosno mogućnost prometa, transporta te putovanja, jedna je od cijenjenijih prednosti razvijenoga

društva, što je istodobno zahtijevalo usredotočen izvor energije. Ugljen je pokretao lokomotive učinkovitije nego drvo, a nafta je bila ključna za razvitak automobila. Ipak, treba naglasiti da ugljen i nafta nisu stvorili želju za pokretljivošću, već je upravo želja i potreba za pokretljivošću uzrokovala razvitak energetskih sustava koji ju omogućuju.

[3] Osobna se udobnost danas, među ostalim, ogleda i u jednostavnom grijanju, hlađenju i rasvjeti prostorija te mogućnosti globalne razmjene informacija preko televizije i računalne pošte. Postoji jaka želja za osobnom udobnošću koja je i utjecala na razvitak načina korištenja energije koji joj to omogućuju. Posljedica je toga razvitak i oslanjanje na električnu energiju i prirodni plin.

Danas se čovječanstvo nalazi na pragu nove promjene. U posljednje vrijeme postaje očito da će opskrba energijom u budućnosti morati biti istodobno i gospodarski i ekološki održiva. Uporaba obnovljivih izvora te oblikovanje zatvorenoga kruga proizvodnje, uporabe te korištenja energije otpada, postaje najvažnija točka svih budućih strategija razvitka i opskrbe energijom. Za energetske su vrednovanje posebno zanimljivi šumski otpad odnosno ostatak te

drvni ostatak u preradbi odnosno obradbi drva, koji se osim kao proizvodni tehnološki otpad / ostatak mogu promatrati i kao obnovljivi izvor energije.

Iskustva razvijenih zemalja (Austrija, Finska, Švedska ...) pokazuju da se problem skrbi o ostatku iz šumarstva i drvne industrije može uspješno riješiti gospodarskim vrednovanjem uz niz dodatnih zbiljskih učinaka. Ukupna proizvodnja energije iz šumskoga otpada odnosno ostatka te ostatka iz drvne industrije, odnosno druge raspoložive biomase, u Švedskoj je u stalnom porastu. Tako je u 1998. godini iz biomase proizvedeno preko 18 % od ukupne potrošnje energije. Procjenjuje se da će se do 2002. godine proizvodnja električne energije iz biomase u Švedskoj povećati na 3000 GWh godišnje (Tegner 1998). Finska je vodeća zemlja u svijetu u proizvodnji energije iz biomase, pri čemu se najviše koristi šumska biomasa, treset i komunalni otpad. Danas se iz biomase zadovoljava 20 % primarne potrošnje energije, a odlukom je finske vlade postavljen cilj da u 2005. godini taj udio iznosi 25 %. Ukupno se u Finskoj iz biomase zadovoljava preko 10 % potrebe za električnom energijom (Heikinen 1998).

Zbog značajki proizvodnje energije iz biomase (manji, neusrediješteni sustavi korištenja, mjesno skupljanje i opskrba), osim spomenute skrbi o otpadu, glavna su prednost brojni naprednosni socijalno-ekonomski učinci. Osim izravnoga utjecaja na zapošljavanje odnosno otvaranje novih radnih mjesta, korištenje biomase pridonosi mjesnoj i područnoj gospodarskoj djelatnosti, zadržavanju i kruženju novca u mjesnoj zajednici te razvitku maloga poduzetništva.

2. Mogući utjecaj korištenja energije biomase na zapošljavanje u Hrvatskoj

Utjecaj energetskega vrednovanja biomase na zapošljavanje posljedica je mnogih čimbenika; on ovisi o vrsti postrojenja koje se vrednuje (kogeneracijska postrojenja, kotlovnice, mali usrediješteni toplinski sustavi...), značajkama nastajanja biomase (vrste, način i područje skupljanja...) te o ustroju i načinu provedbe energetskega vrednovanja.

Navedene je čimbenike u potpunosti teško odrediti. U različitim se zemljama mogu i značajno razlikovati. Ipak, na temelju dosadašnjih istraživanja i raščlambi u Hrvatskoj i svijetu, za određene je postupke moguće procijeniti potreban broj zaposlenih, odnosno izravan utjecaj na otvaranje novih radnih mjesta (slika 1). Dodatan broj radnih mjesta zbog aktivnosti u šumi odnosno drvoprerađivačkom pogonu neće se posebno razmatrati. Nesumnjivo je, međutim, da će zbog energetskega vrednovanja biomase postojati potreba za ovim radnim mjestima, te da bi

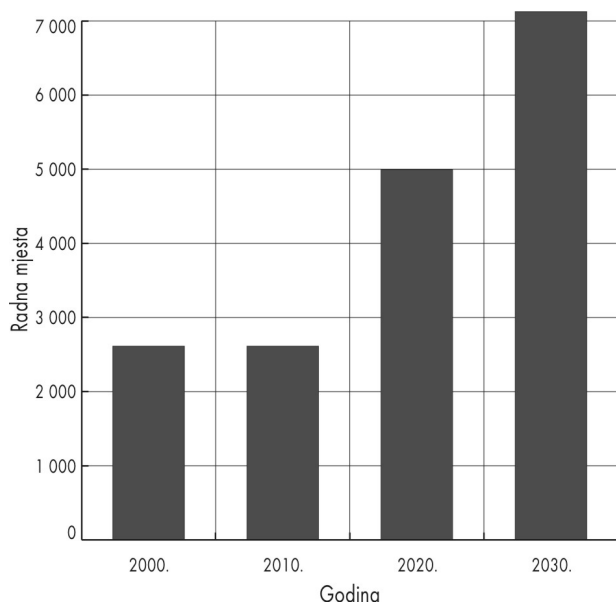


Slika 1. Godišnja potreba za ljudskim radom pri proizvodnji energije iz drvne biomase (Hakkila 1997)

to moglo, osim otvaranju novih, pridonijeti i zadržavanju već postojećih radnih mjesta.

Prvi korak u procjeni mogućega utjecaja energetskega vrednovanja biomase na otvaranje novih radnih mjesta bila je procjena količina otpada / ostatka, odnosno energijske moći biomase. Za potrebe je ovakve raščlambe obavljena anketa, ali i vještačenje kojim su obuhvaćene gotovo sve vrste biomase. Raščlanjeni su svi bitni čimbenici, kao što su godišnja preradba trupaca odnosno proizvodnja drvnih sortimenata, količina drvnoga ostatka i ostalih tipova biomase, dosadašnje korištenje biomase (u kotlovnicama, za briketiranje, prodaju, odlaganje i sl.), godišnja potreba za energijom te postojeća energetska postrojenja (kotlovnice i/ili sušionice za biomasu ili priključak na plinsku mrežu ...). Rezultati pokazuju da je riječ o znatnom energetskega potencijalu koji ostaje neiskorišten, ali i da je trenutno stanje njegova gospodarenja neodgovarajuće i zabrinjavajuće. Na temelju ukupnoga energijskega potencijala biomase u Hrvatskoj, koji iznosi oko 50 PJ (Domac 1998), moguće je procijeniti utjecaj na otvaranje novih radnih mjesta.

Istraživanja provedena za cijelu Hrvatsku, prema *Strategiji energetskega razvitka i razmatranim scenarijima energetskega razvitka* (Granić i dr. 1998), pokazuju ukupne dosege i mogući doprinos biomase u otvaranju novih radnih mjesta u Hrvatskoj (slika 2). Treba napomenuti da se u ovom istraživanju pod pojmom *biomasa* smatra ne samo šumski i drvnoindustrijski ostatak, već i poljoprivredni otpad, otpad iz prehrambene industrije, odnosno proizvodnja plinovitih i tekućih biogoriva i kemikalija. Prema dosad skupljenim, prethodnim rezultatima povećano korištenje



Slika 2. Predviđeni godišnji učinci korištenja energije biomase na zapošljavanje u Hrvatskoj

energije biomase moglo bi u Hrvatskoj otvoriti oko 5000 radnih mjesta u 2020. godini.

Slična se razmatranja i raščlambe provode i u razvijenim zemljama. Na razini Europske unije u 2020. godini predviđa se godišnja proizvodnja energije iz biomase, iskazane u tzv. istovrijednoj, ekvivalentnoj nafti, od 113 Mt (uvriježeno je nenormirano označivanje ove mjerne jedinice Mt_{oe} , dakle s indeksom *oe* – *oil equivalent*, nedopušteno u Međunarodnom sustavu mjernih jedinica /SI/, a i hrvatskim *Zakonom o mjernim jedinicama*), čime bi se stvorila mogućnost za otvaranje oko 1 500 000 novih radnih mjesta. Ukupna ulaganja u oko 1 milijun izravnih radnih mjesta (sredstva za neizravna radna mjesta izdvojiti će se automatski iz privatnih ulaganja) bit će za oko 250 milijardi ECU manja od predviđenih 345 milijardi ECU koji se kao subvencije i naknade isplaćuju za oko 1,5 milijuna nezaposlenih za dvadeset godina minimalnoga životnoga vijeka postrojenja (Grassi 1997).

Prema izvještaju US Department of Energy (v. lit.: DOE) u SAD-u se gospodarskim aktivnostima vezanima uz korištenje energije biomase izravno podupire oko 66 000 radnih mjesta od kojih je većina u seoskim područjima. Predviđa se da će se do 2020. godine izgraditi postrojenja na biomasu za proizvodnju električne energije snage preko 30 000 MW. Preko 60 % goriva za ta planirana postrojenja osigurat će se iz tzv. energentskih kultura, čime će se otvoriti preko 260 000 novih radnih mjesta te značajno pridonijeti oživljavanju gospodarstva seoskih područja.

3. Socijalno-gospodarsko motrište bioenergetskih sustava – novi program međunarodne suradnje u sklopu Odsjeka bioenergije Međunarodne ustanove za energiju (IEA)

Iako se načini korištenja, bioenergetski postupci koji se razvijaju, njihov udio na tržištu energijom te zanimanje za istraživanja na ovom području značajno razlikuju između pojedinih zemalja, socijalno-ekonomski su čimbenici u većini slučajeva prepoznati kao glavna pokretačka snaga za povećanje udjela energije biomase u ukupnoj opskrbi energijom. U većini se zemalja zapošljavanje na regionalnoj razini te poticanje gospodarstva smatraju najvažnijim posljedicama korištenja energije biomase.

Svrha je novopokrenutoga programa (IEA Bioenergy Task 29) poticanje korištenja biomase za proizvodnju energije umjesto fosilnih goriva u zemljama sudionicama postizanjem boljšeg razumijevanja socijalnih i gospodarskih čimbenika te posljedica korištenja energije biomase na mjesnoj, područnoj i nacionalnoj razini. Osnovni su ciljevi programa:

- utvrđivanje gospodarskih posljedica (novčarstvo, poticanje maloga poduzetništva i lokalnoga gospodarstva, razvitak infrastrukture ...) korištenja biomase i njezina razvoja
- utvrđivanje socijalnih posljedica (zapošljavanje, obrazovanje, zdravlje ...) korištenja i razvitka korištenja energije iz biomase
- poticanje razmjene informacija i ostvarajnih rezultata između sudionika programa, ali i zemalja u tranziciji.

Ovaj je projekt pokrenut 1. siječnja 2000. u trajanju od tri godine, s godišnjim proračunom od oko 250 000 USD i zasada uključuje Hrvatsku, Austriju, Veliku Britaniju, Švedsku, Kanadu i Japan. Italija i Novi Zeland namjeravaju se priključiti projektu u skoroj budućnosti, a Slovenija, Južna Afrika i Indija djeluju kao promatrači.

4. Zaključak

Međunarodno prihvaćena potreba za obuzdavanjem i smanjenjem emisije tzv. stakleničkih plinova omogućila je biomasu, tomu najstarijemu izvoru energije koji je čovjek koristio, novi život. Korištenje biomase za proizvodnju energije, osim u slučaju kad se sijeku šume koje se ne obnavljaju, ne pridonosi povećanju emisije stakleničkih plinova i može se smatrati neutralnim s obzirom na CO_2 . Biomasa je značajan izvor energije u zemljama u razvitku, a njezin udio u proizvodnji energije u razvijenim zemljama posljednjih je godina u stalnom porastu i ponegdje već predstavlja osjetan udio u ukupnoj potrošnji primarne energije.

Otvaranje novih radnih mjesta, osobito u seoskim područjima izvan velikih gradova, jedan je od zahtjeva hrvatske gospodarske i socijalne politike. Korištenje energije biomase, osim što omogućuje proizvodnju energije uz minimalan utjecaj na okoliš, pruža i mogućnost otvaranja većeg broja radnih mjesta, što je i prepoznato kao jedna od najvećih prednosti *Nacionalnoga energetskega programa* BIOEN.

Korištenje energije biomase pruža znatne mogućnosti za otvaranje novih radnih mjesta te tako može zbiljno poticati mjesno i nacionalno gospodarstvo. Prema dosad skupljenim, prethodnim rezultatima povećano korištenje energije biomase moglo bi u Hrvatskoj otvoriti oko 5000 radnih mjesta u 2020. godini. Razvijene države Europske unije i svijeta svjesne su pozitivnih posljedaka te u znatnoj mjeri pomažu projekte korištenja energije biomase.

5. Literatura

- Domac, J., i dr., 1998: BIOEN Program korištenja energije biomase i otpada – Prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut »Hrvoje Požar«, Zagreb.
- DOE (US Department of energy): Biomass Power Program. Document prepared by the National Renewable Energy Laboratory. NREL/SP-420-5877, 24 str.
- Hakkila, P., i dr., 1997: Forest Management for Bioenergy. The Finnish Forest Research Institute, Vantaa, 237 str.
- Heikkinen, A., 1998: Bioenergy and Power Production; Power Company's Perspective. IEA Bioenergy Task 25 International Workshop »Between COP3 and COP4: The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol«, Nokia.
- Granić, G., B. Jelavić, H. Bašić, R. Bošnjak, H. Božić, J. Domac i dr., 1998: Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske. Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, Zagreb.
- Grassi, G., 1997: Operational employment in the energy sector. Presentation at the Tagung des SPD – Umweltforums, 5 July.
- Tegner, L., 1998: Bioenergy in Sweden. IEA Bioenergy ExCo41 Meeting, Saltsjöbaden.

Adresa autora:

Branka Jelavić
Energetski institut »Hrvoje Požar«
Ulica grada Vukovara 37
10 000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: bjelavic@eihp.hr

Julije Domac
Energetski institut »Hrvoje Požar«
Ulica grada Vukovara 37
10 000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: jdomac@eihp.hr

Metoda polaganja okolišno prihvatljivih šumskih cesta uporabom genetskoga algoritma

Tetsuhiko Yoshimura

Sažetak

Znano je da je izračunavanje najkraćih putova unutar mreže važna zadaća u mnogim raščlambama vezanima uz transport, a uporaba je genetskoga algoritma jedna od metoda koja se rabi u tu svrhu. U iznesenoj je studiji pomoću genetskoga algoritma stvoren ekspertni sustav GIS-a za postavljanje okolišno prihvatljivih šumskih cesta. Okolišna je osjetljivost svakoga staništa opojmljena kao pokazatelj lokacijske osjetljivosti koja se određuje proračunom temeljenome na tri čimbenika: vrsti vegetacije, udaljenosti od vodotoka i udubina ispunjenih vodom te stupnja mogućega urušavanja obalnih i drugih prirodnih padina. Vegetacija je razvrstana u dva razreda – prirodno i umjetno podignute šume. Vjerojatnije je da se češće trebaju zaštićivati prirodne šume nego umjetno podignute. Uz to, obalne se šume moraju dodatno zaštititi budući da ta područja utječu na kakvoću voda i vodne ekosustave. Nadalje, urušavanje se padina i njihovi odroni moraju izbjegavati jer ozbiljno oštećuju šumski okoliš i ekosustav. Temeljno je, dakle, da se spomenuta osjetljiva područja ne smiju presijecati šumskim cestama, a okolišne utjecaje izazvane izgradnjom cesta mora se svesti na najmanju moguću mjeru. U studiji je računalno određena odgovarajuća putna trasa uzimajući u obzir pokazatelj stanišne osjetljivosti te su uspješno izgrađene ekološki prihvatljive ceste uporabom genetskoga algoritma.

Ključne riječi: šumske ceste, ekologija, GIS

1. Uvod

Dobro je poznato da je izračunavanje najkraćih putova unutar neke mreže važan zadatak u mnogim raščlambama transporta, a genetski je algoritam (GA) jedna od metoda i pomoći korištena u tu svrhu. U ovom se radu proučava temeljna zamisao GIS-a, ekspertnoga sustava trasiranja ekološki prihvatljivih šumskih cesta uporabom genetskih algoritama. Pokazatelj je stanišne osjetljivosti određen kao ekološka osjetljivost svakoga staništa koja je procijenjena na temelju triju čimbenika: *vrste vegetacije, udaljenosti od vodotoka ili jezera te stabilnosti obalnih i drugih nagiba*. Vegetacija je svrstana u tri skupine: *plantaže, prirodne šume i djevičanske šume (prašume)*. Općenito, prirodne bi šume trebale biti zaštićene u većem broju slučajeva u usporedbi s plantažnim šumama. Dodatno bi trebala biti zaštićena obalna područja jer ona često utječu na kakvoću vode i ekosustav vodotoka ili jezera. Nadalje, odroni i klizišta

trebala bi se izbjeći jer oni ozbiljno oštećuju okoliš i ekosustav. U načelu, navedene ekološki osjetljive lokacije ne bi smjele biti ispresijecane šumskim cestama, te bi ekološki utjecaj izgradnje prometnica trebao biti sveden na najmanju moguću mjeru. Studijom je prikazan temeljni postupak metode trasiranja ekološki pogodnih šumskih cesta uzimanjem u obzir pokazatelja stanišne osjetljivosti.

2. Metode

2.1. Pokazatelj stanišne osjetljivosti

Predlaže se da pokazatelj stanišne osjetljivosti uključuje ove čimbenike:

- vrstu vegetacije
- udaljenost od vodotoka ili jezera
- stabilnost prirodnih nagiba
- nagib šumske ceste.

Vegetacija je razvrstana u tri razreda: plantaža, prirodna šuma i prašuma. Redovito prirodne šume zahtijevaju češću zaštitu u usporedbi s plantažama, jer u njima živi veći broj različitih vrsta biljaka i životinja. Prašume su mnogo dragocjenije. Slijedom toga pokazatelj stanišne osjetljivosti (V_e), koja se odnosi na vegetaciju, određen je prema prikazu u tablici 1. U toj tablici područja koja bi trebala biti zaštićena, te preko kojih ne bi smjele prolaziti šumske ceste imaju veći faktor stanišne osjetljivosti.

Tablica 1. Ovisnost pokazatelja stanišne osjetljivosti o vrsti vegetacije (V_e)

Vrsta biljnoga pokrova (vegetacije)	V_e
Plantaža	0
Prirodna šuma	6
Prašuma	10

Obalna su područja važna jer štite vodu od onečišćenja i pružaju hranu, zaklon te prolaz za divlje životinje. Nadalje, obalna vegetacija pruža hlad vodotocima i organsku tvar za prehranu vodnoga ekosustava. U tom okolišu ekološki utjecaji na takva područja zbog izgradnje cesta trebali bi biti što manji. Stoga je pokazatelj osjetljivosti staništa o obalnom području (R_i) određen na način prikazan u tablici 2.

Tablica 2. Pokazatelj osjetljivosti staništa u ovisnosti o udaljenosti od vodnih tokova i jezera

Udaljenost od vodotoka i jezera	R_i
Unutar 50 m	10
51–100 m	5
Preko 100 m	0

U Japanu su obilježja Zemljine površine (njezine topografije) velike strmine i česti odroni zemlje. Kada dođe do odrona, uobičajeno se oštećuje šire šumsko područje. Stoga se mora procijeniti (ne)stabilnost nagiba, a nestabilna se područja ne bi smjela ispresijecati šumskim cestama jer često uzrokuju odron zemlje. Provedena prethodna studija radi procjene mogućnosti odrona zemlje, na temelju čega je predložen indeks (pokazatelj) stanišne osjetljivosti određenoga predjela u odnosu na stabilnost nagiba, prikazan je u tablici 3. Pri izračunu pokazatelja stanišne osjetljivosti neke lokacije u odnosu na stabilnost nagiba uzeta je u obzir ocjena nagiba (I_n) te poprečni profil nagiba (C_r).

Nagib je šumske ceste važan parametar, iako nije stvarno povezan s osjetljivošću lokacije. Ako je nagib

Tablica 3. Pokazatelj stanišne osjetljivosti u odnosu na stabilnost nagiba

Čimbenici	Razred	Pokazatelj
Nagib I_n , ° (stupanj)	0–10	0
	11–20	2
	21–30	4
	31–35	7
	>36	10
Poprečni profil nagiba, C_r	Konkavan	10
	Ravan	2
	Konveksan	0

šumske ceste veći od dopuštenoga maksimuma za automobilski promet, šumska je cesta beskorisna. Stoga je parametar povezan s nagibom šumske ceste određen na način prikazan u tablici 4.

Tablica 4. Parametri povezani s nagibom šumske ceste, G_r

Nagib šumske ceste, %	Pokazatelj
0–10	0
11–15	4
16–20	10
>21	999

Konačno, pokazatelj mjesne osjetljivosti dobiven je kao zbroj svih ocjena svakoga elementa. Parametar povezan s nagibom šumske ceste također je pribrojen ukupnomu zbroju. Na primjer, stanišna osjetljivost (SO) lokacije sa sljedećim svojstvima može se izračunati jednadžbom (1) za ovaj slučaj:

- prirodna šuma
- udaljenost od vodotoka 85 metara
- nagib 32°
- konveksan profil
- nagib šumske ceste 10 %

$$SO = \frac{V_e + R_i + I_n + C_r + G_r}{50} = \frac{6 + 5 + 7 + 0 + 0}{50} = \frac{18}{50} = 0,36 \quad (1)$$

2.2. Trasiranje šumske ceste uporabom genetskih algoritama

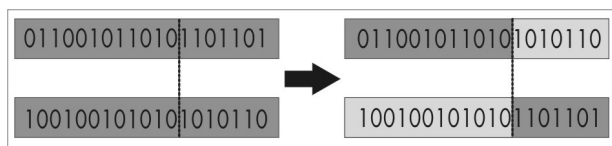
2.2.1. Općenito o genetskim algoritmima

Genetski su algoritmi u posljednje vrijeme predmet pozornosti zbog svoje mogućnosti rješavanja teških problema, npr. neuronskih mreža. Iako su pojave potpuno različite, obje imaju svoje izvorište u

biologiji. Postoje čak i slučajevi u kojima se koriste oba algoritma radi međusobnoga upotpunjavanja. Općenito, genetski algoritam djeluje i služi na sljedeći način. U prvoj populaciji svi su kromosomi stvoreni slučajno. Tada se određuje raznolikost njihove sposobnosti. U ovoj fazi genetski algoritam može početi stvarati nove populacije. Obično se veličina populacije održava stalnom radi pogodnosti primjene. Reprodukcijska se sastoji od tri različita koraka.

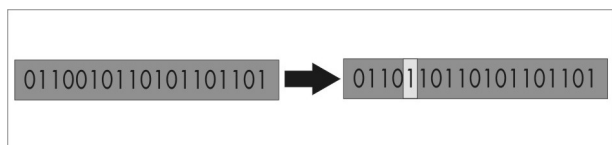
Selekcija je vrlo važna osnova genetskoga algoritma – preživljavanje najsposobnijih. Obično se primjenjuje procijenjena selekcija, što znači da svaki samostalni pojedinac (individueum) s većom selekcijskom sposobnošću ima veće izgleda da bude izabran. Pojedini individuum može biti izabran višekratno ili ni jednom.

Križanje je najvažniji mehanizam algoritma. Ono stvara dva nova samostalna individuum kombinacijom dvaju već postojećih. Postoji nekoliko načina križanja. Najjednostavniji je oblik križanje u jednoj točki. Ono djeluje odabirom točke u kojoj se kromosomi odvoje nasumce. Odsječeni se dijelovi zamijene radi stvaranja dvaju novih kromosoma (slika 1).



Slika 1. Križanje

Mutacija uzrokuje slučajne promjene na kromosomima. To je mehanizam s malim pojavnim izgledima. On jednostavno čini malu promjenu u kromosomu, ili, ako je kromosom načinjen od brojeva, tada mijenja broj (slika 2). Ovaj se jednostavni proces ponavlja dok se cijela populacija ne reproducira. Nova se populacija dekodira, a selektivna sposobnost novostvorenih individua izračuna. U tom stadiju proces započinje iznova.



Slika 2. Mutacija

2.2.2. Primjena pri trasiranju šumskih cesta

Na slici 3 S je početna točka, a E završna. Broj je čvorišta pridružen svakoj točki. Pokazatelj stanišne osjetljivosti također je pridružen svakoj crti između

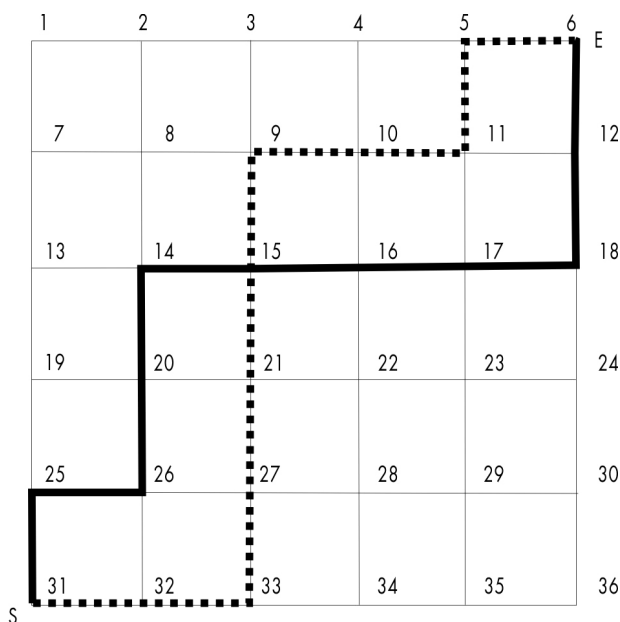
dvaju čvorišta. Smjer kretanja s najmanjim zbrojem tih vrijednosti smatra se najboljim. Na ovoj se slici nalaze dva smjera kretanja, prikazana kao pune i izlomljene crte. S brojevima čvorišta puna je crta izražena ovako:

$$31-25-26-20-14-15-16-17-18-12-6 \quad (2)$$

Sukladno tomu, izlomljena je crta izražena kako slijedi:

$$31-32-33-27-21-15-9-10-11-5-6 \quad (3)$$

Svaka je crta individuum s kromosomima. U prvoj je populaciji 10 samostalnih pojedinaca stvoreno slučajno.



Slika 3. Trasiranje šumskih cesta

Potom se križanje događa pri selekciji dvaju odabranih individuum. Selekcija je provedena uporabom tzv. natjecateljske metode. U početku se sposobna selektivna vrijednost (engl. *fitness value* – *FV*) svakoga individuum izračunata na ovaj način:

$$FV = \frac{1}{1 + \overline{SI}} \quad (4)$$

Tablica 5 pokazuje primjer selektivne vrijednosti za 10 individuum. Samostalni pojedinac broj 1 je najsposobniji. Suprotno tomu, 5. samostalni pojedinac ima najnižu vrijednosnu sposobnost, jednaku gotovo nuli.

Zatim se natjecateljskom metodom izabire 10 individuum za sljedeću generaciju. U toj se metodi nasumično odabiru tri samostalna pojedinca, a onaj

Tablica 5. Parametri povezani s nagibom šumske ceste (G_i)

Broj individuum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sposobnosna vrijednost	0,147	0,119	0,126	0,142	0,001	0,134	0,117	0,111	0,098	0,074

koji od tih triju ima najveću sposobnosnu vrijednost, izabire se za proces križanja. Na isti je način za križanje izabran još jedan samostalni pojedinac, individuum. Ako ta dva individuum nemaju ni jedno zajedničko čvorište osim početne i završne točke, nema križanja pa te dva individua prelaze nepromijenjena u sljedeću generaciju. Ako imaju zajednička čvorišta osim početne i završne točke, križanje se događa kako slijedi:

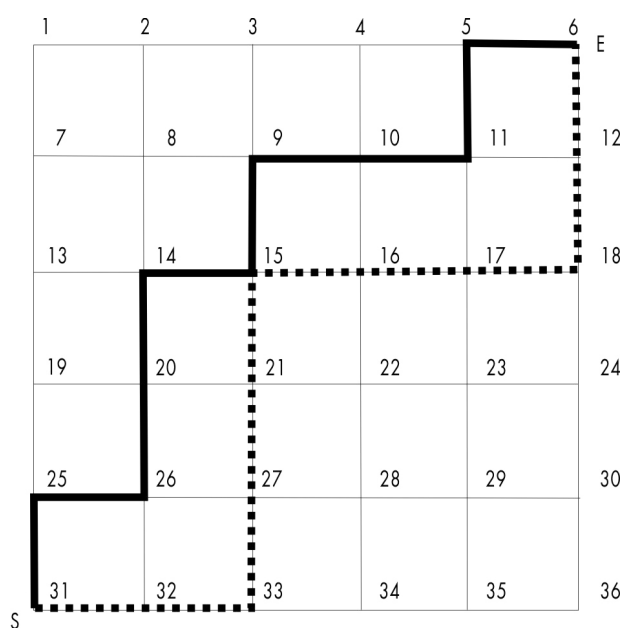
- Individue (2) i (3) transformirat će se u (5) i (6). Rezultat je također prikazan na slici 4.

31-25-26-20-14-15-9-10-11-5-6 (5)

31-32-33-27-21-15-16-17-18-12-6 (6)

Ovaj rezultat također znači da je veličina svakoga individuum promjenjiva. Križanje se ponavlja sve dok se ne stvori sljedeća generacija koja se sastoji od 10 individuum.

U predmetnoj se studiji također događa mutacija. Njezina vjerojatnost iznosi 0,03 za svaki kromosom. U ovoj je studiji mutacija definirana kako slijedi: kada se mutacija događa na točki 26 na punoj crti (slika 4), točka će biti pomaknuta na točku 19. Kada se mutacija događa na točki 16 na punoj crti, neće biti pomaka. Cijeli se proces ponavlja.

**Slika 4.** Samostalni pojedinci (individuumi) nakon križanja

3. Rezultati i rasprava

Prve generacije koje se sastoje od 10 individuum određene su kako slijedi:

Br. 1:
31-32-33-34-35-36-30-29-28-22-16-10-11-5-6 (7)

Br. 2:
31-25-26-20-21-22-23-24-18-12-6 (8)

Br. 3:
31-25-19-13-7-8-14-20-21-15-9-10-11-12-6 (9)

Br. 4:
31-32-26-27-28-22-16-10-11-5-6 (10)

Br. 5:
31-25-26-27-21-15-9-3-4-5-6 (11)

Br. 6:
31-32-26-20-21-15-16-17-18-12-6 (12)

Br. 7:
31-32-26-25-19-20-14-8-9-15-16-17-11-5-6 (13)

Br. 8:
31-32-33-34-35-29-28-27-21-22-23-24-18-12-6 (14)

Br. 9:
31-32-33-27-26-25-19-13-14-8-2-4-10-11-5-6 (15)

Br. 10:
31-32-26-27-33-34-28-22-16-15-9-10-11-17-23-29-30-24-18-12-6 (16)

Kao sljedeće izračunate su sposobnosne vrijednosti svakoga individuum kako je prikazano u tablici 5. I ovi se individuum obrađuju opisanom metodom. Pokusno je područje prikazano na slici 5. Na toj su slici također prikazani čvorišni brojevi i pokazatelji stanišne osjetljivosti.

U sedmoj se generaciji svi samostalni pojedinci međusobno približavaju te postaju jedno, kako je prikazano u nizu:

31-25-26-27-21-15-9-10-11-5-6 (17)

Promjene najboljih, srednjih i najlošijih sposobnosnih vrijednosti prikazane su na slici 6. Prema toj slici sposobnosne su se vrijednosti popravljale u svakoj novoj generaciji. Posebno su se zbog primjene natjecateljske metode poboljšavale najlošije sposobnosne vrijednosti ubrzano. Ipak, samostalna jedinica

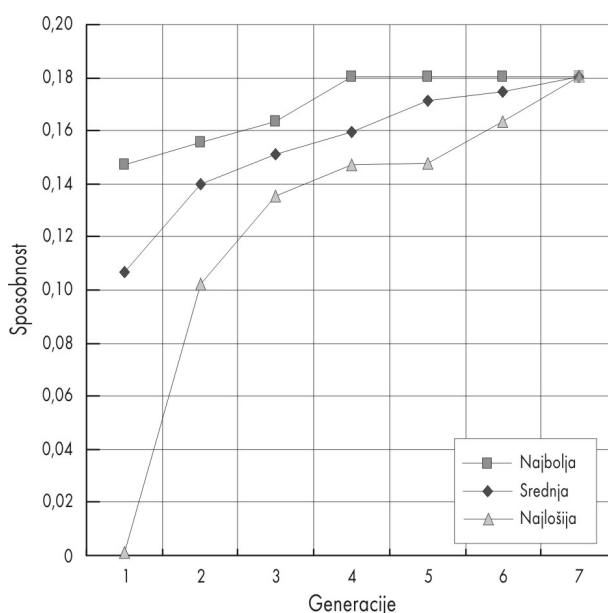
1	0,54	2	0,90	3	0,28	4	0,30	5	0,28	6	E
0,86	0,88	999	0,30	0,74	0,88						
7	0,20	8	0,28	9	0,30	10	0,52	11	0,70	12	
0,54	0,96	0,74	0,88	0,90	0,90						
13	0,88	14	999	0,88	0,30	16	0,34	17	0,34	18	
0,28	0,96	0,74	0,88	0,90	0,90						
19	0,28	20	0,54	21	0,34	22	0,30	23	0,26	24	
0,20	0,88	0,30	0,34	0,26	0,88						
25	0,30	26	0,54	27	0,86	28	0,28	29	0,28	30	
0,54	0,68	0,70	0,45	0,44	0,55						
31	0,78	32	0,68	33	0,70	34	0,44	35	0,56	36	S

Slika 5. Pokusna ploha s čvorišnim brojevima i pokazateljima stanišne osjetljivosti

prikazana kao (17) nije najbolja, iako to izlazi iz izračuna. To pokazuje da se primijenjeni algoritam i parametri u ovoj studiji moraju unaprijediti.

Sljedeći su ciljevi ove studije:

- povećanje vjerojatnosti mutacije
- simuliranje genetskoga procesa na većim površinama
- nastavljavanje genetskoga procesa u više generacija
- razvijanje sofisticiranijih genetskih procesa koji će zadovoljavati višestruke kriterije.



Slika 6. Promjena najbolje, srednje i najlošije sposobnosne vrijednosti

Rezultati poboljšanih metoda prikazat će se u bliskoj budućnosti.

4. Literatura

Yoshimura, T., 1997: Development of an expert system planning a forest road based on the risk assessment. Kyoto University, Kyoto, 82 str.

Iba, H., 1994: The basic genetic algorithms – proving the truth of GA -. Omusha, Tokyo, 254 str. (na japanskom jeziku).

Adresa autora:

Tetsuhiko Yoshimura
Kyoto University
Graduate School of Informatics
Kyoto 606-8501
JAPAN
e-mail: yoshimu@i.kyoto-u.ac.jp

Sustav podrške za prostornu razdiobu smještaja šumskih cesta na temelju modela udaljenosti privlačenja

Ján Tuček, Erich Pacola

Sažetak

U ovom su radu predstavljeni teorijski elementi kartografskoga modela duljina privlačenja traktorom ili žičarom, te njihovo prevođenje u rasterski digitalni elevacijski model (DEM) unutar Arc/Infoova okruženja. Moduli su za izračunavanje duljina privlačenja programirani pomoću Arc Macroova programskoga jezika (AML). Najveći je problem pri uporabi kartografskoga modela duljina privlačenja traktorom određivanje ukupne duljine kosina. Za izračunavanje ukupne duljine nagiba uzbrdica i nizbrdica upotrijebljeni su alati kartografske algebre i hidrološke funkcije. Opisani su i razvojni dijagrami algoritama te su raspravljani pojedini primjeri vezani uz teoriju grafičkih prikaza. Određivanje duljina kosina s linije gledišta, a uzimajući u obzir oblik terena i vidljivost, pokazalo se kao najveći problem pri uporabi modela duljina privlačenja žičarom. Izračunavanje je temeljeno na alatima kartografske algebre i funkcijama površine modula TIN iz Arc/Infoa. Prikazani su podaci kartografskoga modela te su raspravljani pojedini primjeri vezani uz razvoj modela. Također je opisan i koncept »Sustava podrške za prostorno odlučivanje« (engl. SDSS) pri planiranju šumskih prometnica za posebne gospodarske i proizvodne uvjete, za koji je kao najvažniji izvor podataka upotrijebljen kartografski model duljina privlačenja. U obradbi su podataka primijenjeni moćni alati kartografske algebre, programirani pomoću AML-ova programskoga jezika, uz primjenu tzv. fuzzy logike (neodređeni, neizraziti način mišljenja) i obilježeni ugodno dizajniranim sučeljem s izbornicima.

Ključne riječi: duljina privlačenja, kartografski model, model digitalnoga terena, Arc/Info, sustav podrške za prostorno odlučivanje, tzv. fuzzy, (neizrazita) logika

1. Uvod

Osnovna smjernica planiranja šumskih prometnica u Slovačkoj nije razvoj mreže prometnica u do sada nepristupačnim područjima. Naprotiv, najveća je pozornost posvećena (1) izgradnji novih šumskih cesta unutar postojeće mreže prometnica na područjima nedovoljne otvorenosti, (2) pretvorba pojedinih vlaka i pomoćnih šumskih cesta u glavne šumske ceste i (3) sanacija šumskih vlaka koje nisu u planu za potpunu rekonstrukciju te uporaba žičara. Prometno je planiranje u ovom slučaju usredotočeno na procjenu učinkovitosti postojeće mreže šumskih prometnica, a jedan od najznačajnijih mjerila pri donošenju takvih procjena bile su duljine privlačenja.

U prijašnjim studijama (Tuček 1994, 1995, Tuček i Pacola 1999) zanimanje je bilo usredotočeno na procjenu duljina privlačenja korištenjem digitalnoga elevacijskoga modela (DEM-a). Predloženi modeli duljina privlačenja, stvoreni radi povezivanja s geografskim informacijskim sustavom IDRISI, nisu bili automatizirani ni optimizirani za otvaranje šuma. Programu je ponajprije nedostajala mogućnost brze procjene i razvoja trase temeljena na digitalnom elevacijskom modelu.

U ovoj se studiji pozornost posvetila ograničenjima modela uklanjanja, opisanima u radu Tučeka i Pacole (1999). Istodobno se razvila teorija razvoja kartografskoga modela duljina privlačenja, temeljena na teoriji koju je opisao Tomlin (1990).

2. Metoda

Opisani su moduli razvijeni za ESRI'S UNIX-ovo okruženje, temeljeno na Arc/Infou. U procesu su izgradnje pojedinih modula korišteni moćni alati kartografske algebre, alati za modeliranje površina i Arc Macroov programski jezik (AML).

Analitički proces možemo jednostavno prikazati na sljedeći način. Kao izvor podataka za izgradnju DEM-a upotrijebljena je šumska topografska karta u mjerilu 1 : 10 000, s izohipsama u intervalu od 20 m. Izohipse i zemljopisni objekti (granice odjela, prometnice, mreža vodotoka) digitalizirani su u okruženju ArcView 3.0a. Korišteni DEM za izračunavanje duljina privlačenja traktorom izgrađen je primjenom interpolacijske metode za razvoj hidrološki ispravnoga DEM-a (Hutchinson 1989). Ova je metoda integrirana u ARC-ovu modulu pod imenom Topogrid (ESRI 1996). Upravo je ova metoda odabrana zbog sličnosti između analitičkoga procesa za izvođenje hidroloških fenomena i procesa modeliranja traktorskih duljina privlačenja.

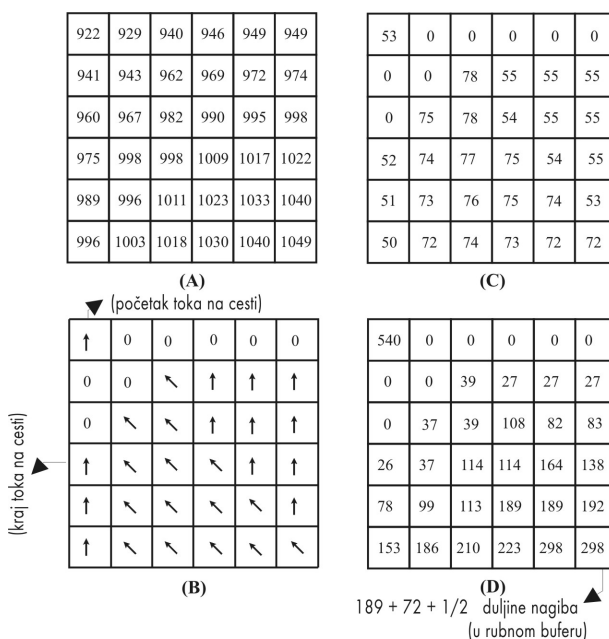
U izračunavanju duljina privlačenja žičarom korištena je LATTICE-ova struktura podataka u kombinaciji s GRID-ovom strukturom. Uporaba LATTICE-ove strukture podataka omogućila je primjenu alata za izvođenje složenih operacija raščlambe linije vidljivosti.

3. Kartografski model duljina privlačenja traktorom

Kartografski model duljina privlačenja traktorom zamišljen je kao karta udaljenosti izmjerenih od svake najmanje jedinice rasterskoga digitalnoga elevacijskoga modela u smjeru maksimalnoga nagiba uspona prema najbližoj cesti ili stovarištu (Tuček i Pacola 1999). Kartografski je model nastao kao rezultat obradbenih metoda podataka (operacija i procedura) razvijenima na nizu karata (slika 1). Svaki od ovih slojeva opisuje specifične podatke vezane uz pojedini položaj (digitalni elevacijski model – tok smjera padine – duljina nagiba pojedine znakovite jedinice – ukupna duljina padine). Povezanost između vodotoka na padinama i privlačenja po padinama u uvjetima nepovoljnoga terena vidljiva je na dijagramu toka koji opisuje metodu izračunavanja modela (slika 2).

Suddart i Herrick (1964) te Greulich (1980) ustanovili su ispravan matematički model za prosječnu udaljenost privlačenja (AYD). Formula za izračunavanje površine A glasi:

$$AYD = \frac{1}{A} \int_A f(x) dA$$

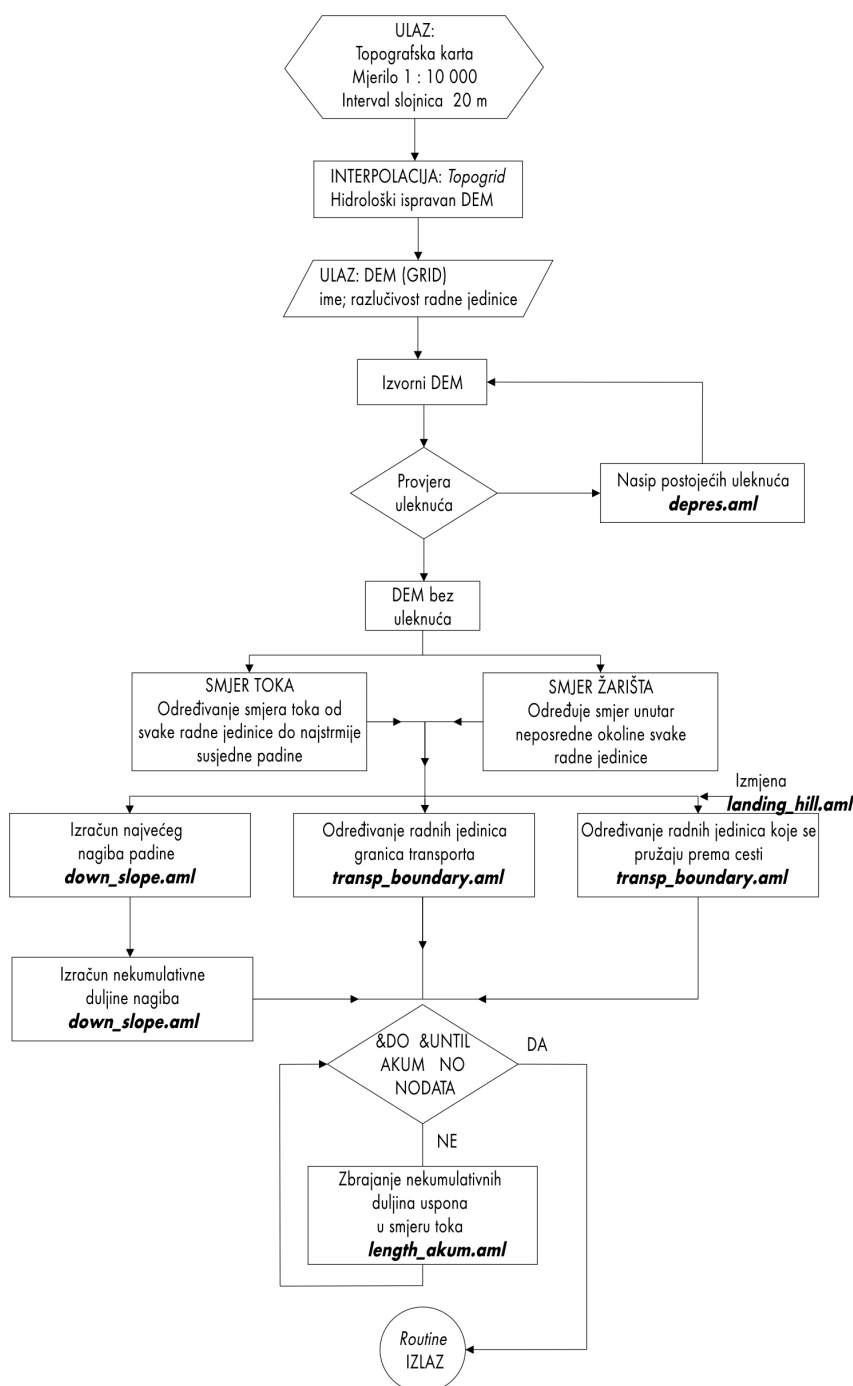


Slika 1. Kartografski model traktorskih duljina privlačenja

gdje je x duljina izravnoga privlačenja od točke u sječini do stovarišta. AYD je u njihovoj formuli definiran kao omjer integrala funkcije udaljenosti $f(x)$ i ukupne površine A . Kao što integral matematičke funkcije može predstavljati površinu ispod krivulje funkcije, između točaka njezinih osi, svaka vrijednost stvorena pomoću kartografskoga modela (širenje uzbrdo u DEM-ovu sloju) može predstavljati veličinu područja unutar površine DEM-a, idući putem minimalnoga troška. Razvijeni kartografski model duljina privlačenja utemeljen je na ovim činjenicama:

- 1) Prosječne je duljine privlačenja za površine nepravilnoga oblika moguće precizno izračunati. Preciznost tih izračuna ovisi jedino o raster-skoj razlučivosti.
- 2) U obzir se uzimaju značajke terena (strme padine, vodotoci i grebeni), a njihov utjecaj na duljine privlačenja ovisi o preciznosti DEM-a.
- 3) Stovarište može biti smješteno na bilo kojoj lokaciji, a stalna duljina privlačenja traktorom (udaljenost koju skider prelazi po traktorskim vlakama od stovarišta do granica odjela) izračunava se preko neizravnoga puta, u smjeru traktorske vlake.

Model je traktorskih duljina privlačenja mrežni model. Prema grafičkoj se teoriji mreža naziva *graf*. U našem je primjeru *graf* definiran kao sustavno formuliran skup čvorišta smještenih u središtu djelatne



Slika 2. Dijagram toka koji opisuje metodu za izračunavanje vrijednosti udaljenosti privlačenja traktorom preko DEM-a

jedinice. Poveznice su definirane isključivo kao veze između susjednih čvorišta. Značajno je obilježje tih poveznica njihova orijentacija na *grafu*, koja određuje smjer maksimalnoga nagiba nizbrdice. Svakomu je čvorištu dodijeljena nekumulativna duljina nagiba, dobivena iz osam izvornih poveznica za koje je izračunat maksimalan nagib nizbrdice. U zadnjem koraku proračuna pojedinačne su duljine nagiba kumuli-

rane preko poveznica. Pravila se, koja kontroliraju proces kumuliranja, mogu definirati na ovaj način:

- Zbrajanje nekumulativnih duljina nagiba započinje od jedinice koja se pruža prema cesti u smjeru nadolje, ili od one koja predstavlja stovarište.
- Zbraja se prateći smjer toka uzbrdo.

- U područjima u kojima se tokovi poklapaju u obzir se uzimaju najkraće svekolike duljine nagiba.
- Zbrajanje nekumulativnih duljina nagiba završava u onoj jedinici koja predstavlja topografsku liniju (greben).

Na temelju gore navedenih osnova razvijena su dva programa koja bi trebala riješiti moguće probleme:

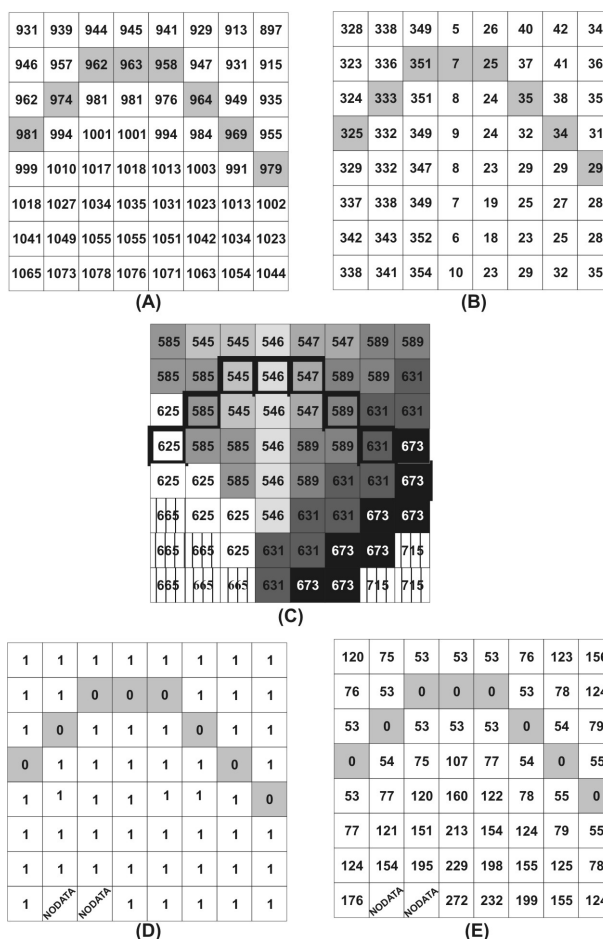
UP_HILL.AML – izlazni je rezultat ovoga modula skup duljina privlačenja traktorom izmjerenih prema najbližoj cesti.

LANDING_HILL.AML – izračunava udaljenosti izmjerene prema najbližemu šumskom stovarištu. Program uključuje kombinaciju postupaka koja može stvoriti model stvarnih linija kretanja skidera. U ovom je modulu napravljena razlika između temeljne udaljenosti (udaljenost koju skider uistinu prijeđe vozeći od jedinice koja predstavlja šumski odjel do vlake) i stvarne duljine privlačenja traktorom (udaljenost koju skider prijeđe po vlakama od stovarišta do granica odjela). Izlazni je rezultat udaljenost koja predstavlja zbroj stvarne duljine privlačenja i temeljnih udaljenosti.

4. Kartografski model duljina privlačenja žičarom

Kartografski se model duljina privlačenja žičarom može zamisliti kao karta udaljenosti mjerenih iz svake jedinice, kao linija vidljivosti preko terena do najbliže cestovne jedinice (udaljenost između središta obrađene najmanje djelatne jedinice do središta najbliže cestovne jedinice) (Tuček i Pacola 1999). Kartografski je model rezultat metoda obradbe podataka razvijenih na nizu karata, gdje je iz svakoga sloja moguće iščitati ove informacije: digitalni elevacijski model – mreža značajki – mreža raspodjele troškova (za svaku najmanju jedinicu određuje područje u kojem su ostvarene minimalne duljine dolaska do te jedinice) – linija vidljivosti – duljina nagiba linije vidljivosti (slika 3). Kod kartografskoga se modela provjerava vidljivost između obrađene jedinice i odstupanja linije vidljivosti od krivulje nagiba (značajke se djelatne jedinice provjeravaju s obzirom na liniju vidljivosti), što je u dosadašnjem radu bio najveći problem.

Model duljina privlačenja žičarom mrežni je model, vrlo sličan modelu duljina privlačenja traktorom. Ipak, ova dva modela značajno se razlikuju u samom načinu izračunavanja duljina privlačenja. Ovakav novi pristup pokazuje razlike između glavnih načina privlačenja. Slika 4 prikazuje temelj za iz-



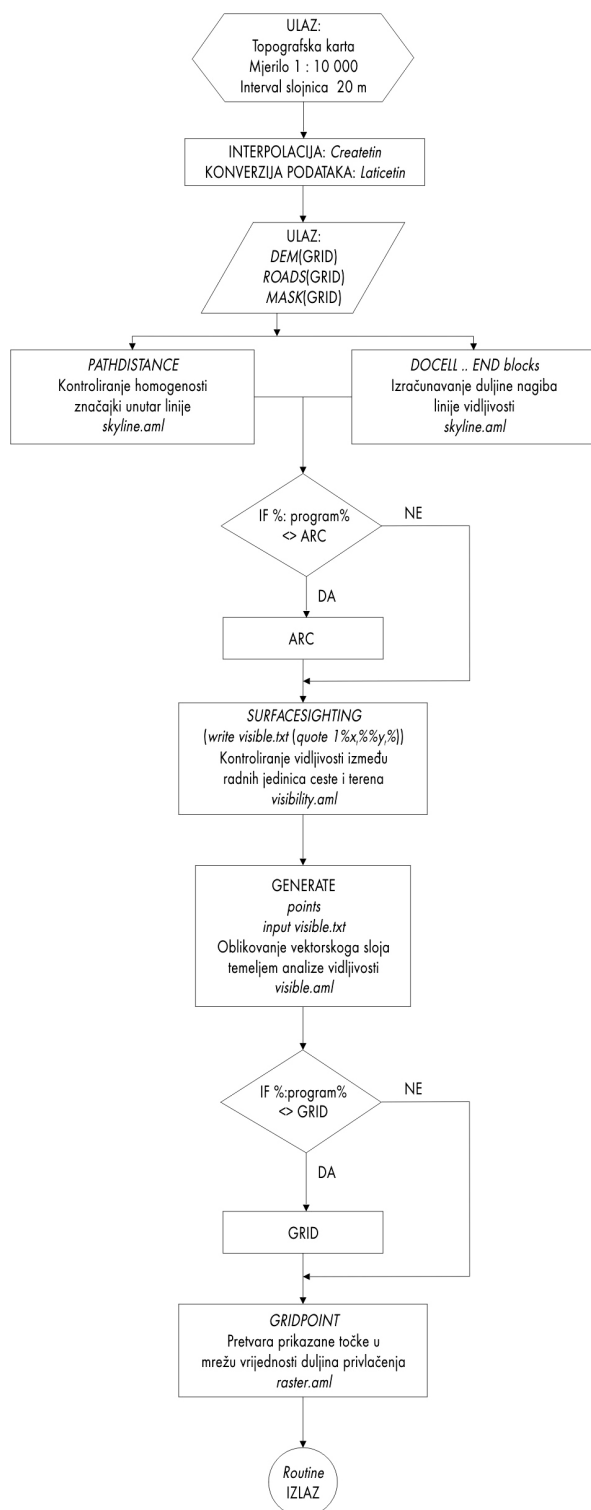
(A) DEM (razlučivost radne jedinice 50 m); (B) Mreža značajki;
(C) Mreža raspodjele troškova (kontrolira homogenost unutar linije vidljivosti);
(D) Linija vidljivosti; (E) Duljina nagiba linije vidljivosti

Slika 3. Kartografski model duljina privlačenja žičarom

računavanje duljina privlačenja žičarom u Arc/Infovu okruženju.

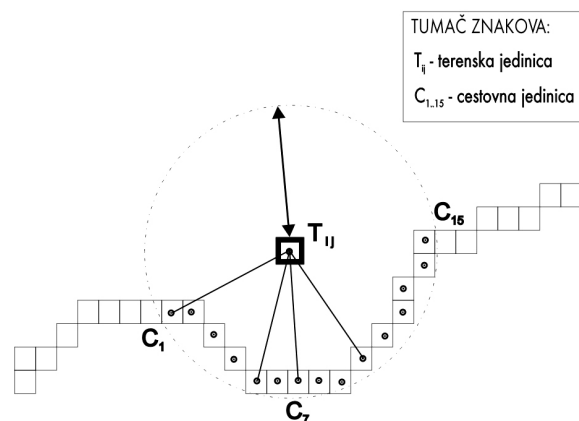
Mogućnost postavljanja prosjeke za privlačenje žičarom:

- 1) Definirani su toranj žičare na cestovnoj jedinici i zadnja greda u jedinici šumskoga odjela. Ako je udaljenost između dviju spomenutih jedinica veća od tehničke duljine sustava žičare, postavljanje puta privlačenja žičarom za izračunatu kombinaciju jedinica neće biti moguće. Osnovnoj se jedinici dodjeljuje signalna vrijednost koja upućuje na činjenicu da ona nije dostupna tijekom rada na privlačenju drva žičarom (slika 5).
- 2) Ako dvije analizirane jedinice mogu »vidjeti jedna drugu« (slika 6), a odstupanje kuta linije vidljivosti od krivulje nagiba (slika 7) ne prelazi granicu koju je odredio korisnik, moguće je postavljanje putanja privlačenja za spomenutu kombinaciju jedinica.

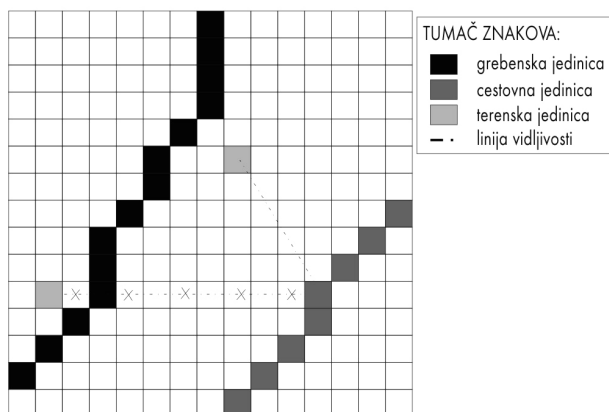
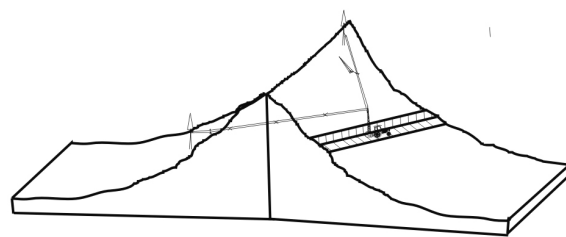


Slika 4. Dijagram toka koji pokazuje način izračunavanja vrijednosti duljine privlačenja žičarom iz DEM-a

3) Duljine privlačenja žičarom računat će se samo za dvije jedinice koje zadovoljavaju spomenute uvjete (točke 1 i 2), ali je istodobno izračuna-



Slika 5. Traženje cestovne jedinice koje su dostupne tijekom privlačenja žičarom

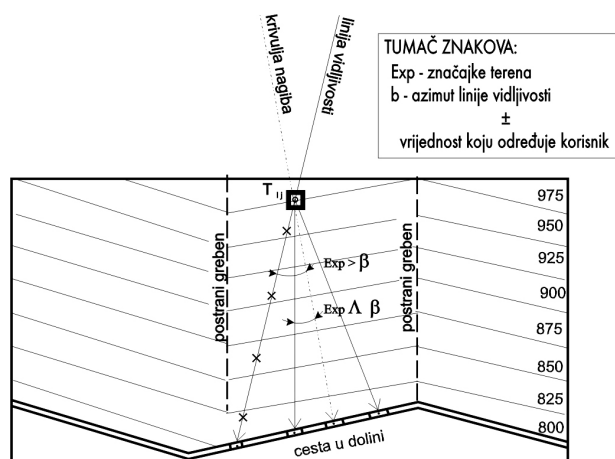


Slika 6. Linija međuvidljivosti

ta duljina najkraća duljina od svih obrađenih kombinacija, što omogućuje postavljanje linije privlačenja žičarom od radne terenske do cestovne jedinice.

4) Ako nisu ispunjeni svi uvjeti vidljivosti spomenuti u točki 2, razmatranoj se jedinici dodjeljuje različita signalna vrijednost, koja ukazuje na nužnost korištenja nosećega stabla na liniji privlačenja žičarom.

Pristup opisan u gornje četiri pretpostavke podudara se s praksom u kojoj se linije privlačenja žičarom postavljaju u smjeru krivulje nagiba ili kuta koji



Slika 7. Provjera puta privlačenja žičarom

odstupa od krivulje nagiba u dopuštenim granicama (paralelne, ne lepezasto raširena smjera kretanja).

5. Zaključci

Razvijen je kartografski model duljina privlačenja za okruženje ESRI'S UNIX-a, temeljeno na Arc/Infou. Otklonjeni su svi problemi koji su postojali kod modela duljina privlačenja u okruženju Turbo Basica, kao što su ograničena razlučivost prostornoga rastera, ukupna procijenjena površina i dugo trajanje računalne obradbe. Rezultati se mogu izravno koristiti u sustavu, što omogućuje automatsko planiranje šumskih vlaka prema svim terenskim i proizvodnim mjerilima. Svi predstavljeni modeli mogu biti temelj za budući sustav podrške za prostorno odlučivanje, os-

mišljen s namjerom da zadovolji potrebe krajnjih korisnika – šumarskih inženjera koji planiraju mreže šumskih prometnica.

6. Literatura

ESRI, 1996: ArcCommands ARC/INFO Ver. 7. ESRI, Inc.

Greulich, F. E., 1980: Average yarding slope and distance on settings of simple geometric shape. *Forest Science*, 26 (2): 195–202.

Hutchinson, M. F., 1989: A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology*, 106: 211–232.

Reutebuch, S. E., 1988: ROUTES: A Computer Program for Preliminary Route Location. Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-214, 18 str.

Suddarth, S. K., Herrick, A., 1964: Average skidding distance for theoretical analysis of logging costs. *Purdue Univ. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 789, Lafayette, Ind, 6 str.

Tomlin, D. C., 1990: Geographic Information System and Cartographic Modelling. New Jersey, Prentice Hall, Inc, 248 str.

Tuček, J., 1994: Using the GIS environment for opening up of forests. In: International Seminar on Forest Operations under Mountainous Conditions, Harbin, July 24–27, str. 58–65.

Tuček, J., 1995: Computer Aided Forest Roads (localization) and Forest operations Planning. In: XX. IUFRO Congress, S3.06 Meeting, Tampere, IUFRO XX, World Congress.

Tuček, J., Pacola, E., 1999: Algorithms for Skidding Distance Modelling on a Raster Digital Elevation Model. *Journal of Forest Engineering*, 10 (1): 67–79.

Adresa autora:

Ján Tuček
Department of Forest Management and Geodesy
Technical University
Faculty of Forestry
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
SLOVAKIA
e-mail: tucek@vsld.tuzvo.sk

Erich Pacola
Department of Forest Exploitation
and Mechanization
Technical University
Faculty of Forestry
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
SLOVAKIA
e-mail: pacola@vsld.tuzvo.sk

Primjena novih tehnologija pri otvaranju šuma

Dragutin Pičman, Tibor Pentek

Sažetak

Šume i šumsko zemljište zauzimaju oko 44 % površine Hrvatske. JP »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb, gospodari s ukupno 78 % ukupne površine šuma i šumskoga zemljišta u Republici Hrvatskoj putem 16 uprava šuma.

Šumište je veoma raznolik prostor s obzirom na terenske, sastojinske, klimatske, ekološke, socijalne, gospodarske i ostale prilike. Općenito se može razlučiti panonsko područje jednodobnih šuma, dinarsko područje raznodobnih šuma te eumediteransko i submediteransko područje s raznodobnim i jednodobnim šumama.

Sukladno raznolikosti uvjeta različiti su i zahtjevi koji se postavljaju pred šumarske stručnjake – projektante otvaranja šumskih područja šumskim prometnicama. Posebno je zahtjevno otvaranje planinskih šumskih predjela dinarskoga područja Gorskoga kotara, Velebita, Velike i Male Kapele, Plješivice, ličkoga sredogorja, ali i izdvojenih planinskih masiva ostalih dijelova Hrvatske.

U radu je prikazana postojeća otvorenost čitave države te podaci o potrebnoj otvorenosti kojoj se treba težiti. Prikazan je i pregled suvremenih postupaka i metoda rada koje se rabe pri otvaranju šuma u svijetu. Mogućnosti uporabe istih ili sličnih načina i metoda rada u Hrvatskoj te metode koje su razvili hrvatski stručnjaci također su predmet ovoga rada.

Ključne riječi: otvorenost šuma, Hrvatska

1. Uvod

Šumske su prometnice ulazna vrata u šumu te predstavljaju njezin krvotok. Bez obzira na to radi li se o gospodarskim šumama ili je riječ o zaštitnim šumama, njihova otvorenost mora biti dostatna za racionalno gospodarenje prostorom. U prošlosti je pomijanje ili nepostojanje prometnica u šumama, poglavito jadranskoga područja, dovelo do čistih sječa i nestanka šuma, te najčešće ogoljenja zemljišta.

Pri otvaranju šuma šumskim prometnicama odnosno pri pronalaženju najboljih mogućih rješenja šumarski su stručnjaci u stalnom kolebanju između gospodarskih, proizvodno-tehničkih, ekoloških i sociološko-estetskih zahtjeva koji se postavljaju pred projektante. Vrlo je teško usuglasiti sve te čimbenike te sa svih motrišta odabrati najpovoljnije rješenje. Istodobno se mora uzeti u obzir i proračunski izračunata optimalna gustoća mreže šumskih prometnica na određenom području, pri čemu se rabi model minimalnih ukupnih troškova.

U današnje vrijeme, kad je uporaba osobnih računala ušla u sve dijelove života, gotovo je nezamislivo

planirati otvaranje određenoga šumskoga područja cestama, utvrditi njihov prostorni raspored te projektirati odabrane šumske ceste bez svekolikoga oslonca na osobna računala. Osobna su se računala u šumarstvu počela rabiti kao učinkovito sredstvo za projektiranje šumskih cesta 70-ih godina XX. stoljeća. U samom početku ona su bila samo zamjena za klasičan način izradbe projektne dokumentacije, no danas je uporaba osobnih računala mnogo šira, a posebno se primjenom novih postupaka i metoda izrađuju sveobuhvatna rješenja otvaranja šumskoga područja.

2. Problematika istraživanja

2.1. Otvorenost šuma

Otvaranje se šuma može podijeliti u dvije razine:

- primarno ili glavno (grubo) otvaranje šuma šumskim cestama
- sekundarno ili fino otvaranje šuma traktorskim vlakama.

Tablica 1. Najmanja otvorenost šuma određenoga područja Republike Hrvatske (Šikić i dr. 1989)

Šumsko područje Republike Hrvatske	Minimalna otvorenost, m/ha
Nizinsko područje	7,00
Prigorsko-brdsko područje	12,00
Planinsko područje	15,00

Tablica 2. Planirana otvorenost šuma Republike Hrvatske u određenim područjima 2010. godine (*Izvešće o problematiki gradnje i održavanja šumskih prometnica i stanju otvorenosti šuma, 1997*)

Šumsko područje Republike Hrvatske	Planirana otvorenost 2010. god., m/ha
Nizinsko područje	15
Prigorsko područje	20
Brdsko i gorsko područje	25
Krško područje	10

Prema gornjoj podjeli razlikuju se i dvije vrste otvorenosti određenoga šumskoga područja te dva matematička obrasca za izračunavanje otvorenosti; otvorenost šumskim cestama proračunava se jednakžbom:

$$O_c = \frac{d_c}{A} \text{ m/ha}$$

a za otvorenost traktorskim vlakama:

$$O_v = \frac{d_v}{A} \text{ m/ha}$$

Tumač znakova:

O_c – otvorenost šumskoga područja šumskim cestama, m/ha

O_v – otvorenost šumskoga područja traktorskim vlakama, m/ha

d_c – duljina šumskih cesta, m

d_v – duljina traktorskih vlakana, m

A – ploština na kojoj se nalaze šumske prometnice, ha.

Mjerna jedinica kojom se izražava otvorenost nekoga područja je m/ha (katkada se u praksi neprimjereno rabi iskaz km/1000 ha), a moguće je uporabiti i m/m², odnosno km/km².

U tablicama 1 i 2 prikazana je propisana minimalna i buduća planirana otvorenost šumskih područja u Republici Hrvatskoj.

2.2. Sustavi otvaranja šuma

S obzirom na konfiguraciju terena pri otvaranju šuma možemo govoriti o nizinskom području, pri-

gorško-brdskom području te planinskom i krškom području. Vrlo je važno pravilno opisati područje u kojem se otvara šuma, jer je za svako od navedenih područja, općenito gledajući, određen karakterističan oblik prostornoga razmještaja mreže šumskih prometnica koji se, dakako, prilagođava stvarnim prilikama na terenu.

Tako se nizinska područja najčešće otvaraju usporednim šumskim prometnicama koje se nalaze na jednakoj međusobnoj udaljenosti, a prolaze postojećim prosjekama i zatvaraju površine pravilnih oblika. Na krškim terenima koji nemaju izražene grebene i strme padine postupak se otvaranja također izvodi zatvorenim linijama šumskih putova, međutim, oblici su površina obrubljeni zatvorenim linijama nepravilna oblika.

U prigorsko-brdskim i planinskim područjima sa širim i strmijim padinama projektiraju se tzv. etažne šumske prometnice koje su približno usporedne i položene po slojnicama. Između etažnih cesta grade se dijagonalne prometnice koje ih spajaju. U planinskim područjima s razvijenom hidrografijom trase šumskih prometnica slijede vodotoke i imaju oblik žila ili perastoga lišća. Na kraju doline šumske prometnice poprimaju oblik lepeze.

Dakle, mogu se razlikovati dvije glavne skupine razvijanja mreže šumskih prometnica pri otvaranju sastojina na različitim terenima (Jeličić 1988):

- zatvorene linije u obliku očica mreže
- žile kod kojih se s glavne prometnice granaju odvojci.

2.3. Utjecajni čimbenici na otvaranje šuma

Iz mnoštva čimbenika koji različito utječu na prostorni razmještaj šumskih cesta treba prvo prepoznati, a zatim i odabrati te definirati i odrediti opseg utjecaja prevladavajućih čimbenika. Pentek (1998) navodi da se najutjecajnije čimbenici na prostorni raspored mreže šumskih prometnica mogu podijeliti u ove skupine:

- na čimbenike izravno vezane uz šumski teren koji se otvara mrežom šumskih prometnica
- na čimbenike normiranih tehničkih obilježja određene kategorije šumskih prometnica
- na čimbenike šumskih sastojina na otvaranom području
- na čimbenike primijenjene metode i načina rada pri sječi i izradi
- na čimbenike tehničkih sredstava koji se upotrebljavaju u II. fazi iskorištavanja
- na čimbenike postojeće infrastrukture (šumske i javne prometnice)
- na čimbenike općekorisnih funkcija šuma

- na ekološke čimbenike
- na klimatske čimbenike
- na sociološke čimbenike.

3. Rezultati istraživanja

3.1. Suvremene tehnologije i metode rada pri otvaranju šuma

Danas se pri otvaranju šumskih područja u vodećim europskim zemljama rabe suvremene informatičke tehnologije. To su:

- GIS – geografski informacijski sustav
- DTM – digitalni model terena
- GPS – globalni sustav pozicioniranja
- mrežne analize
- specijalizirani računalni programi
- matematički algoritmi.

U Hrvatskoj smo uz uporabu spomenutih tehnologija i metoda rada neke i sami usavršili i razvili, a neke stvarali od samoga početka. Tu se ponajprije misli na metodu tzv. omeđenih površina (*»buffera«*) koja se nadovezuje na tehnologiju GIS-a (koristi prethodno stvorene računalne baze podataka GIS-a), a također podržavali metodu relativne otvorenosti u odnosu na klasičnu otvorenost.

Napisan je i računalni program »TROŠAK« u programskom jeziku C++. Program izračunava troškove zemljorada za šumske ceste, dakle troškove koji su pod izravnim utjecajem poprečnoga nagiba terena odnosno konfiguracije terena. Unosom osnovnih sastavnica normalnoga poprečnoga profila šumske ceste, te unosom poprečnoga nagiba terena i troškova izvedbe moguće je u kratkom vremenu dobiti ukupnu cijenu zemljorada za svaki odsječak nulte linije. Šumska je cesta u ovoj fazi planiranja približno predstavljena nultom linijom. Usporedbom ukupnoga troška zemljorada više inačica šumske ceste vrlo se brzo mogu dobiti podaci na osnovi kojih se, dakako, uz uvažavanje ostalih čimbenika, može odabrati najpovoljnija inačica.

3.2. Mogućnost primjene suvremenih postupaka i načina rada u Hrvatskoj

Suvremeni postupci i novi načini rada imaju vrlo široku primjenu u području otvaranja šuma te neposredno ili posredno u cjelokupni postupak iskorištavanja šuma, a može se reći i u cjelokupno pojačanje, ali istodobno racionalnom gospodarenju šumskim ekoustavom. Kao najznačajnije mogućnosti primjene ovodobnih dostignuća do danas u hrvatskom šumarstvu još ne i prihvaćenih, ističe se:

- raščlamba učinkovitosti postojeće mreže šumskih prometnica
- planiranje i optimizacija buduće mreže šumskih prometnica
- odabir najpovoljnije inačice buduće šumske ceste te računalna simulacija
- projektiranje određene šumske ceste
- određivanje srednje udaljenosti privlačenja (geometrijske i stvarne)
- polaganje više inačica nulte linije te odabir najpovoljnije
- izradba katastra postojećih šumskih prometnica
- dizajniranje tematskih računalnih baza podataka bitnih za donošenje odluka pri otvaranju šuma
- brojne ostale mogućnosti.

4. Zaključna razmatranja

Mogućnosti uporabe suvremenih postupaka i načina pri otvaranju šuma veoma su velike. Ograničene su tek tehničko-tehnološkim razvojem hardverske podrške, programskim rješenjima te domišljatosti i zamislama šumarskih stručnjaka. Nužno je brzo i cjelovito uvođenje spomenutih načina rada u hrvatsko šumarstvo kako bismo zadržali svoju ulogu među vodećim zemljama europskoga šumarstva.

Suvremeni načini rada nude jednostavnija, kvalitetnija i brža rješenja. No, u nas je primjena suvremenih tehnoloških i tehničkih dostignuća pri otvaranju šuma ograničena na znanstvena istraživanja, pa te i takve znanstveno razvijene teoretske modele i metode tek treba uvesti u praksu. Potrebno je razviti nove računalne modele otvaranja šuma koji će se temeljiti na dobro odabranim ulaznim vrijednosnicama.

Zaključno se mogu razlučiti ovi pristupi postupku otvaranja šuma:

- tradicionalno (klasično) otvaranje
- otvaranje primjenom suvremenih tehnologija (GIS, GPS, DTM ...)
- kombinirano otvaranje.

Tradicionalno otvaranje jedva da još ima pobornika u suvremenom šumarstvu. To je i razumljivo jer u današnjoj informatizaciji svih sastavnica ljudskoga života ni šumarstvo nije moglo ostati po strani. No, nije dovoljno samo slijediti sveopći trend uporabe računala i računalnih postupaka te kazati kako i šumarstvo, u ovom slučaju planiranje šumskih cesta, mora uzeti u obzir suvremena stremljenja.

Opravdanja za uporabu suvremenih načina pri planiranju optimalne šumske prometne infrastrukture leže u značajnom broju čimbenika koje treba us-

kladiti, a da bi se to suglasje postiglo, nužno je obraditi velik broj bitnih informacija.

Kombinirano je planiranje idealno rješenje jer postavlja međudjelovanje suvremenih tehnologija i šumarskoga znanja, stručnosti i iskustva. Nepobitna je činjenica da se najbolja moguća rješenja mogu odrediti samo tako da se teoretski računalni modeli provjeravaju na terenu i u praksi. Osim provjere dobivenih rezultata nužna je i provjera ulaznih podataka, jer su oni ključ odabira optimalnih rješenja.

5. Literatura

- Jeličić, V., 1988: Otvaranje šuma i suvremeni transport drveta. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar – služba šumske proizvodnje, 88: 1–61, Beograd.
- Kim, J. Y., D. S. Cha, C. H. Kim, 1992: Planning methods of optimum forest road network using a digital terrain model. Research Reports of the Forestry Research Institute Seoul, 44: 120–132.
- Kobayashi, H., 1977: A method of forest road location with an electronic computer. Bulletin, 294: 137–182, Government Forest Experiment Station, Japan.
- Košir, B., J. Krč, 1996: Where to Place and Built Forest Roads, Experience from the Model. Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, Sinaia (Romania), 17–22 June 1996, str. 1–9.
- Pentek, T. 1998: Šumske protupožarne ceste kao posebna kategorija šumskih cesta i čimbenici koji utječu na njihov razmještaj u prostoru. Glasnik za šumske pokuse, 93–141, Zagreb.
- Pičman, D., I. Tomaz, 1995: Određivanje težišta odjela primjenom osobnih računala u svrhu izračunavanja srednje udaljenosti privlačenja. Šumarski list, CXIX (3): 91–103, Zagreb.
- Pičman, D., T. Pentek, 1996: Čimbenici koji utječu na opravdanost izgradnje mreže šumskih prometnica. Zaštita šuma i pridobivanje drva, 2: 293–300, Zagreb.
- Pičman, D., T. Pentek, 1998: Relativna otvorenost šumskog područja i njena primjena pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica. Šumarski list, CXXII (1–2): 19–30, Zagreb.
- Sakai, T., 1987: Studies on planning methods for forest road networks and decisions on the order of forest road construction. Memoirs of the College of Agriculture, 130: 39–48, Kyoto University.
- Setyabudi, A., 1994: Design of an optimum forest road network using GIS and linear programming. ITC Journal, 2, 172–174.
- Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb, 40 str.
- Tan, J., 1992: Planning a forest road network by a spatial data handling-network routing system. Acta Forestalia Fennica, 227: 1–85.
- ***** 1997: Izvješće o problematici gradnje i održavanja šumskih i protupožarnih prometnica i stanju otvorenosti šuma, JP »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb, 11 str.

Adresa autora:

Dragutin Pičman
Tibor Pentek
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: picman@sumfak.hr

Jednostavno učvršćenje šumskih putova pomoću oporabljenoga građevinskoga materijala

Adolf Schlaghamersky

Sažetak

U Saveznoj je Republici Njemačkoj primarno otvaranje državnih šuma šumskim prometnicama za izvlačenje i odvoz drva doseglo stupanj koji smatraju dostatnim i šumari. Dio bi prometnica trebalo još sagrađiti u općinskim šumama te kod privatnih šumoposjednika. U ovim će slučajevima gradnja šumskih prometnica uvijek biti novčani problem. Važan oblik ostaje najpogodnije fino, tzv. sekundarno otvaranje šuma koje omogućuje primjenu novih postupaka i tehnike pridobivanja drva. Smjernice se za fino otvaranje šumskih sastojina u Saveznoj Republici Njemačkoj razlikuju u pojedinim pokrajinama. Pri proredama šuma starih 30 do 60 godina privlačenje se vitlom često zamjenjuje dohvatom i izvlačenjem hidrauličnom dizalicom. Strojevi za sječu i izradbu, tzv. harvesteri odnosno procesori, zajedno s traktorima za iznošenje drva uveli su novi postupak pridobivanja drva, koji u velikoj mjeri čuva sastojinu i preostalo drveće. Uz to, i proizvodnost je višestruko veća nego kod starijih načina rada. No, pokazuju se i neki nedostaci. Na primjer, teški strojevi opterećuju tlo te ga zbijaju. Ilovastom se tlu pritom mijenja i struktura, smanjuje mu se poroznost, a povećava gustoća. Uvijek važnu ulogu igra razmak traktorskih vlaka. Prema iskustvima iz Švedske (Linqvist 1989) vozna (gazeća) površina ne bi trebala prelaziti 20 % ukupne sastojinske površine. Doseg dizalice sa sječnom glavom koja se djelotvorno može koristiti iznosi 8 – 9 m. Iz toga izlaze mogući razmaci izvoznih linija od 20 do 25 m. Kod toga se razmaka lako dostiže granica od 20 % gažene površine, a s tim i smanjenje sastojinske proizvodne površine. Razmaci voznih linija ne smiju ni u kojem slučaju iznositi manje od 20 m. Kod određenih osjetljivih tala dolazi u obzir sustav finoga otvaranja sastojina traktorskim putovima, dijelom stalnih i dijelom prilagodljivih. Naime, određeni se odsječci izvoznih traktorskih linija i putova značajno opterećuju, te su za lošega vremena neki dijelovi zablaceni i značajno progalljeni. Ti se odsječci trebaju na neki način učvrstiti. Takav postupak može biti sporan, jer predstavlja nove troškove koji prije nisu bili potrebni. Jednostavno učvršćenje dijela izvlačnih dionica za drvo dolazi u obzir na mjestima na kojima podzemni dio tla ne sadrži dovoljni skeletni udio, te je male nosivosti, npr. pijesak pomiješan s ilovačom i glinom, glina koja sadrži ilovaču te mokra smeđa zemlja. Takvo armiranje izvoznih linija te izvlačnih odvojaka ima mnoge prednosti, ali pod uvjetom da postoji dostatna količina granjevine. U slučaju da po tlu višekratno prolaze teški strojevi, u mokrom tlu nastaju duboki kolotrazi koji na padinama uzrokuju daljnju talnu eroziju. Putovi, odnosno izvozne linije pretvaraju se u neupotrebljive putove, koji se vrlo teško mogu popraviti, te ostaju neupotrebljivi za daljnje privlačenje drva. Pitanje je cijene popravka jer su u velikoj mjeri progalljeni i često ispunjeni vodom. Za popravak se preporučuje uporaba uskoga gredera za poravnavanje ili ispunjenje kolotraga i kolotečina. Neki su šumarski uredi u Saveznoj Republici Njemačkoj i u Češkoj isprobali takvo jednostavno učvršćenje kolotraga njihovim ispunjenjem. Ovdje se iznose rezultati.

Glavne riječi: otvaranje šuma, fino otvaranje, traktorske vlake, izvozne linije, građevinski materijal, oporabljeni (reciklirani) materijal, kolnici, učvršćenje kolotraga

1. Materijal za popravak šumskih prometnica

Odgovor na pitanje na koji se način mogu povoljno učvrstiti oštećeni šumski putovi šumari traže već dulje vrijeme. Nude se tri mogućnosti pronalaženja odgovarajućega materijala:

- vlastiti iskop šljunka (s nerazvrstanim kamenim materijalom)
- otpad iz kamenoloma, takozvano prethodno prosijavanje
- usitnjeni građevinski ostatak (materijal za oporabu, tzv. recikliranje).

Zadnji se navedeni materijal pokazao obećavajućim, te je ispitivan u Šumarskom uredu u Münsteru (pokrajina Schleswig-Holstein), te u Školskom šumarskom uredu Šumarskoga fakulteta u Brnu (Češka). Ovdje se detaljno obrađuju svojstva ostatnoga građevinskoga materijala. U prva je dva slučaja prikladan ostatak iz postupka usitnjavanja kamena (takozvano prethodno prosijavanje, te nesortirani materijal iz vlastita iskopa), ako se radi o materijalu različite granulacije. Za učvršćivanje traktorskih kolotruga koristi se veličina zrna 0/56 za nosivi sloj, te 0/22–0/32 za pokrovni (površinski) sloj. Može se uzeti u obzir i učvršćenje koje se sastoji od jednoga sloja, npr. materijalom granulacije 0/32. Kod nesortiranoga kamena može se upotrijebiti veličina zrna do 0/150. Sada se češće koristi prethodno prosijavanje, koje je povoljno i vrlo prikladno, ali uz rast cijene.

Novost za saniranje kolotruga na šumskim je putovima ugradnja oporabljenoga materijala dobivenoga od različitoga građevinskoga ostatka. Pridobivanje građevinskoga kojim postupkom oporabljenoga materijala u novorazvijenim postrojenjima za zbrinjavanje otpada otvorilo je nove mogućnosti uštede, i to zahvaljujući uporabi prirodnoga kamena, šljunka i pijeska. Gradivo za oporabu koje se sastoji od ostatka građevinskoga materijala, može se gotovo potpuno zamijeniti šljunčanim ili pješčanim materijalom, koji se sastoji od različitih veličina zrna. Ugradnjom materijala za reciklažu, koja čuva okoliš, čuvaju se ne dirnuti prirodni izvori, te se na taj način štedi na održavanju šumskih prometnica. Ako se istodobno sa smanjenjem količine prirodnoga građevinskoga materijala produžuje dobavni transportni put, jer su mjesta na kojima se odvija proizvodnja uobičajeno udaljena, troškovi se gradnje odnosno održavanja putova prekomjerno povećavaju. Tomu se pri otvaranju novoga gradilišta pribrajaju sve opsežniji i skuplji zahtjevi zaštite krajolika te zaštite prirode.

Pri dobivanju oporabljenoga ostatnoga građevinskoga materijala nastaju, većinom, dvije vrste:

- mješavine ruševina koje se sastoje od pune opeke, kamenina, prirodnoga kamena, građevinskoga betona, plinobetona, crijepova, krovne opeke, keramike, morta, ali i od nepoželjnih komadića plastike, gume, stakla, dijelova kabela te komadića drva;
- materijal koji je nastao raskopavanjem cesta, a sastoji se od cementnih ploča, građevinskoga betona, slojeva s tucanikom te od slojeva sastavljenih od cementa ili stabiliziranoga vapna. Najčešće se komadi asfalta, materijal koji je nastao glodanjem, slojevi s oblogama i sl. odvajaju i zasebno prerađuju (bez dijelova katrana).

Upitno je treba li smjesa koja se uzima u obzir kao osnova za cijenu materijala za učvršćivanje vozničkih putova odnosno putova za privlačenje drva, biti izrađena od građevinskoga ostatka koji je opterećen nepogodnim tvarima ili ne treba. Građevinski je otpad mineralni materijal koji nastaje rušenjem građevina ili njihovih dijelova koji nisu onečišćeni, te se pretežno sastoji od betona, kamena i opeke. Materijal za oporabu smije, prema stručnom mišljenju ministra za prirodu, okoliš te urbanistički razvoj (MNUL) pokrajine Schleswig-Holstein (1993), biti u malom opsegu onečišćen neželjenim tvarima. Građevinski otpad, iskop tla te otpad na gradilištu moraju se razlikovati prema sadržaju takvih stranih tvari (Uredba MNUL-a u pokrajini Schleswig-Holstein).

Udio stranih nepogodnih tvari ovisi u velikoj mjeri o postrojenju za sortiranje, koji je dio postrojenja za usitnjavanje. U postupku lomljenja strane tvari, onečišćivači, trebale bi biti usitnjene tako da imaju željenu veličinu zrna, inače će (dijelovi kablova i plastike) stršiti iz tijela puta ili vlaka te će sve to izgledati neobično.

Onečišćenja smiju u pravilu biti do 5 % obujma mineralnih građevinskih tvari. Ne smiju sadržavati otrovne tvari. Lomljene tvari moraju ispitati ovlaštene ustanove nadležne za zaštitu prirode. Lomljeni građevinski otpad ne bi trebao sadržavati sastavne dijelove koji su veći 10 – 15 cm. Ako postrojenje za sortiranje, koje je dio postrojenja za lomljenje, ne može pri sortiranju ispravno odvojiti lomljene tvari, ti se dijelovi moraju ukloniti ručno.

2. Postupci

U šumarskom uredu Neumünster postavljene su 3 ispitne dionice, koje imaju po tri odsječka duljine 50 m. Prva je ispitna dionica 1 (a, b, c) u reviru I 100. Radi se o uređenom tlu na glejnoj podzoliranoj podlozi, koje se sastoji od mokroga pijeska sadržaja vode nastale topljenjem leda, s primjesama pijeska u gor-

njem sloju tla nanesenoga vjetrom, te duboke podzemne vode. Tlo ima značajnu nosivost. Pokusna dionica 2 (a, b, c) također je u području revira I 100. Na matičnom se mjestu nalazi jednaki polazni materijal kao na dionici 1, ali s podzemnom vodom čija je razina visoka. Radi se o istinskoj glejnoj podzoliranom tlu, s vrlo jakim oscilacijama podzemne vode. Jaka »močvarna« podloga dubine 50 – 60 cm na potpuno zbijenom podzemnom tlu učinila je stari put neprohodnim. Pokusna je dionica 3 (a, b, c) odabrana u odjelu 280/281, revir Bordesholm. Podzemno tlo stvara temeljnu morenu (od ledenjaka naplavljeno kamenje) s podlogama od ilovače. Radi se o dubinskom pseudogleju na padinskoj ilovači, iznad padinskoga laporca kao polaznoga materijala koji oblikuje tlo (Barfold 1993). Zbog velikoga udjela gline tlo može povremeno upiti vrlo velike količine vode, pri čemu nije moguće bočno kretanje vode. Površina je tih tala općenito mokra.

Na taj su način izabrana tri staništa s različitim stupnjevima nosivosti za izgradnju pokusnih dionica. Prvi su odsječci učvršćeni na duljini od 50 m. Preostali su odsječci učvršćeni kao odvozni putovi. Na ispitnim su dionicama putova s kolotrazima na svakih 5 m postavljeni i izmjereni poprečni profili da bi se usporedile razlike prije i nakon izgradnje.

3. Radni postupak

Na svakoj su pokusnoj dionici izrađene dvije širine kolnika: 3,5 m i 4,0 m. Gornji su slojevi tla koji su nedovoljne nosivosti, morali biti uklonjeni u stranu, u sastojinu. Prosječno je dubina iskopa za kolnik iznosila 20 – 25 cm, a širina iznosila 4,5 i 5,5 m. Neravnine su iskopa ispunjene oporabljenim materijalom 0/25 te su zbijene pomoću vibracijskoga valjka Dy-

napack cH 47 (mase 10,0 t). Naposljetku je nanesen nosivi sloj (0/56) te pokrovni površinski sloj (0/25); oba su sloja zbijena. Kolotrazi su na terenu izvedeni bez iskopavanja pomoću kamiona natovarenoga teškim teretom. Materijal je u tragove kotača nasipan sa stražnjega dijela samostalnoga kamiona te je raspodijeljen pomoću posebnih saonica s klinastom pločom za putove tvrtke Hassler-Krebs. Te su saonice za putove montirane na čelni utovarivač. Zahvaljujući ploči u obliku klina materijal se na kolniku ravnomjerno raspoređuje u udubine tragova. Tako se na objema stranama puta ne gubi materijal.

Tablica 1 (Barfold 1993) pokazuje gubitak materijala po pojedinim dionicama. Jasno se vidi da je potrošnja materijala na dionicama 2 i 3 veća. Radi se o podzemnom dijelu tla s visokom razinom vode, gdje su se nekada gradili samo nasipi od vrljike (putovi nad močvarom od trupaca), te putovi za fašine (snop pruča za učvršćenje nasipa). Razumljiva je velika potreba za materijalom za punjenje (0/25) jer je gornji dio puta iznad razine graničnih površina nadsvođen.

Na ispitnim su dionicama putova s tragovima postavljeni prije izgradnje, na razmaku od 5 m, poprečni profili, te su izmjereni. Naposljetku su nakon učvršćenja i obilaska vozilom tragovi ponovno izmjereni pomoću stroja za pomicanje (Mini – Bruunett), čija ukupna masa iznosi 15 t. Promjena je profila izmjerena nakon 1, 3, 5, 10, te nakon 20. vožnje, u kojoj se prešlo preko tla.

4. Mjerni rezultati

Moguća nosivosti podzemnoga dijela tla (vrijednost CBR) mjerena je s desne i lijeve strane osi puta, na kolničkim trakovima, i to pomoću penetrometra

Tablica 1. Potreba za materijalom po pokusnoj dionici

Broj pokusne dionice	Širina puta	Nosivi sloj 0/56	Pokrovni sloj 0/56	Materijal za punjenje 0/56
	m		t	
1a	*3,5	26,0	27,8	0
1b	4,5	37,3	28,2	42,4
1c	5,5	49,6	25,9	52,6
2a	*3,5	72,3	28,5	0
2b	4,5	47,6	28,7	45,9
2c	5,5	52,9	39,7	102,1
3a	*3,5	34,3	15,1	0
3b	4,5	44,7	28,4	49,8
3c	5,5	49,0	14,8	74,0

* put s tragovima

Harnell (WES). Postignutu nosivost (nakon izgradnje), koja je povezana sa zbijanjem, utvrdila je na vlastitim pokusnim odsječcima tvrtka Asphalt-Labor u mjestu Wahlstedt, i to pomoću probne ploče.

Ako je raspodjela pokusnih dionica osnova smjernica za gradnju seoskih putova (1975), putovi za odvoz drva moraju se svrstati u razred V (do 100 kamiona s više od 5 t korisnoga tereta na dan).

Izmjerena vrijednost CBR-a na svim je mjernim mjestima vrlo velika. Moduli deformacije (E_{v2}) iznose kod iskopa (na ravnome) između 78 i 148 MN/m², što je unutar preporučenih granica (Dietz i dr. 1984). Iznimka je mjerno mjesto 0 + 10, lijevi trak, dionica 3b s $E_{v2} = 54$ MN/m². To mjesto vjerojatno nije zadovoljavajuće zbijeno.

Jednostavno učvršćenje putova s kolotrazima pokazuju moduli deformacije E_{v2} , i to u niskim vrijednostima: 27,4, 33,7, 34,4, 44,6 i 32,3 MN/m². Te su vrijednosti međutim dostatne za vožnju teških šumarskih strojeva i za odvoz drva, ako su vremenski uvjeti povoljni.

Kada se promatraju promjene poprečnih profila na odvoznom putu koji nije učvršćen, nakon otprilike 10 vožnji po tlu pokazuje se velika promjena strukture tla te početak proboja tragova. Nakon 20. vožnje nastaju udubljenja, čija dubina iznosi 20 cm, a na nekim je mjestima tlo probijeno u tragovima. Toli-

ko jaki proboji tla ne pojavljuju se na učvršćenim tragovima putova za odvoz.

Promjene poprečnih profila na učvršćenim putovima s kolotrazima pokazuju prve deformacije tek nakon 20. vožnje po tlu. Zbijanje je učvršćenja poraslo razmjerno broju vožnji koji se povećavao. Na stanje puta za odvoz utječu sljedeći čimbenici:

- ukupna masa vozila
- vrsta tla
- mokrina tla
- vremenski uvjeti
- dodirna površina kotača
- veličina otvora
- način vožnje vozila te
- učestalost sječe drveća.

Pod pretpostavkom da bi mogle nastati grješke u gradnji na već izrađenim putovima s kotačnim tragovima, provedena su daljnja mjerenja s probnom pločom. Ispitan je glavni put koji je sagrađen 1991. godine pomoću ostataka građevinskoga materijala, i to na pijesku koji sadrži vodu nastalu topljenjem leda, a na koji u velikoj mjeri utječu podzemne vode. Na poprečnom profilu nisu ustanovljene deformacije, a modul je deformacije iznosio 46,9 MN/m². Daljnje je mjerenje s probnom pločom provedeno 1975. godine na putu s tragovima, čiji se gornji sloj sastojao od prirodnoga kamena. Modul je deformacije dosegnuo

Tablica 2. Rezultati mjerenja s probnom pločom na dva mjerna mjesta različito izgrađenih putova s kolotrazima

Broj pokusne dionice	Mjerno mjesto m	Vrijednost CBR %	Modul deformacije E_{v2}	Indikator zgušnjavanja E_{v1}/E_{v2}
1a	0 + 10 m desno	59	27,4	2,06
	0 + 40 m lijevo	61	33,7	1,62
1b	0 + 10 m desno	56	89,7	2,45
	0 + 40 m lijevo	58	59,4	2,08
1c	0 + 10 m desno	58	83,0	1,48
	0 + 40 m lijevo	60	77,6	1,65
2a	0 + 10 m desno	57	49,1	2,92
	0 + 40 m lijevo	66	34,4	2,23
2b	0 + 10 m desno	57	113,4	3,03
	0 + 40 m lijevo	60	122,1	3,91
2c	0 + 10 m desno	57	102,9	2,22
	0 + 40 m lijevo	58	127,6	2,57
3a	0 + 10 m desno	57	44,6	2,08
	0 + 40 m lijevo	55	32,3	1,63
3b	0 + 10 m desno	55	54,1	3,36
	0 + 40 m lijevo	57	109,7	6,57
3c	0 + 10 m desno	56	107,6	2,48
	0 + 40 m lijevo	51	148,0	3,58

najmanju vrijednost, koja iznosi 34,9 MN/m². *Prema toj vrijednosti kamioni ne mogu voziti po takvu putu a da ne nastanu velike deformacije učvršćenja.*

Prema važećim Smjernicama za poljoprivredne putove (RLW – 1975) te minimalnim vrijednostima koje su tamo navedene za module deformacija, putovi s kotačnim tragovima ne bi uopće trebali biti dovoljne nosivosti za kamionski promet. Međutim, kod svih putova s tragovima, koji su već prije građeni, a čiji se gornji sloj sastoji od oporabljena materijala, ne dolazi do značajne deformacije kolnika. Nakon raspitivanja u susjednim šumarskim uredima u kojima se nalaze slični putovi s tragovima, pokazalo se da na njima nije došlo do prekomjerne deformacije zbog prometa. Pretpostavlja se da je granična vrijednost modula deformacije Ev2 određena previsoko. Problem ostaje i deformacija tla kod dovoza građevinskoga materijala za putove. Kod dubokih tragova kotača mora se dopremiti dodatni materijal.

Pri iskopavanju poprečnih profila putova koji imaju tragove pokazalo se da većina materijala ostaje od tragova te da sa strane tvori ravni oblik lukovice, što odgovara dobromu prijenosu pritiska kotača na tlo. Elastičnost učvršćenja u uzdužnom smjeru puta ima također kod prijenosa tereta na gornji sloj tla pozitivno značenje. Prema rezultatima postignutima na pokusnim dionicama, u razmaku od po 100 m, troškovi učvršćenja putova bili su za 20 do 40 % niži od troškova u standardnim postupcima. Pokusne dionice u Školskom šumarskom uredu Krtiny, na Šumarskom fakultetu u Brnu (Češka), koji su učvršćeni pomoću ostataka građevinskoga materijala, nisu pokazali nakon šest godina značajnije deformacije.

5. Zaključci

Prema iskustvu tehničke značajke neopasnoga materijala za oporabu, koji ima različitu veličinu zrna, odgovaraju opterećenjima u šumarskom prometu, a da se nosivi i pokrovni sloj ne uništava deformacijama. Materijal se zbog prometa dalje zbija. Onaj njegov dio koji ima različitu veličinu zrna (0/16, 0/25, 0/26) omogućuje zbog visokoga stupnja higroskopnosti te vrlo dobre sposobnosti ohrapljenja uspješno zbijanje, a na taj način i izvrsnu opteretivost.

U slučaju velikih oborina i velikoga porasta razine podzemnih voda, kada su ostali putovi vidljivo mokri i omekšani, kolnici učvršćeni ostacima građevinskoga materijala ostaju suhi i čvrsti, čak i ako se povremeno nalaze na zoni podzemnih voda ili u njoj. Kao što je pokazalo iskopavanje poprečnih pro-

fila putova na mjestima kolotraga i kolotečina, šuplji se prostor u pokrovnom nosivom sloju dalje ispunjava razbijanjem dijela građevinskoga materijala koji nije krut (npr. dijelovi opeke), te se čvrsto zabija poput klina između drugih tvrdih dijelova. Udio dijelova gline te finih dijelova materijala nalazi se u zoni koja je sigurna od mraza; to je razlog što nisu ustanovljene štete od mraza. Nosivost i zbijanje oporabljena materijala nastalog od građevinskoga otpada utvrđeni su s probnom pločom. Izmjereni moduli deformacije Ev2 kod standardnoga učvršćenja (nosivi i pokrovni sloj) udovoljavaju najmanjim zahtjevima nosivosti u poljoprivrednoj gradnji putova. Kod putova kod kojih postoje kolotrazi ili kolotečine moduli Ev2 nisu udovoljavali minimalnim zahtjevima RLW-a (*Richtlinien für den ländlichen Wegebau*). Unatoč tomu mogli su podnijeti šumski promet u duljem razdoblju bez većega održavanja (Barfold 1993).

U šumarskom uredu Neumünster (pokrajina Schleswig-Holstein) gradnja putova sa zatečenim kotačnim ili drugim tragovima započela je od 1980. godine, a kao materijal se za njihovu gradnju upotrebljavao isključivo onaj za oporabu (recikliranje). Uporabom ostataka građevinskoga materijala štedjele su se rezerve prirodnoga materijala.

6. Literatura

- Anon., 1969: Betriebswerk des Forstamtes Neumünster.
- Anon., 1984: Verwendung von »ubelastetem Bauschutt« bei Neubau und Erhaltung von Forstwegen. Erlaß des Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein.
- Anon., 1976: Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW 1975). Kommissionverlag Paul Parey, Heft 103.
- Barfold, H. H., 1993: Ausbau der Fahrwege mit Hilfe des Wegebauschlittens Typ Krebs/Hafler, unter Verwendung von Recyclingmaterial am Beispiel des staatlichen Forstamtes Neumünster. Diplomarbeit Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Fachbereich Forstwirtschaft, Göttingen, 1–71.
- Dietz, P., Knigge, W., Löffler, H., 1984: Walderschließung. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1–426.
- Hirt, R. 1993: Recycling: Verwendung von Sekundärrohstoffen im Straßenbau. Straße und Verkehr, 6: 1–4, Solothurn, Switzerland.
- Höppner, H., 1991: Eignungsnachweis nr. 715/91 von Recycling-Material. Asphalt Labor, Wahlstedt.
- Schlaghamersky, A., Barfold, H., 1994: Spurenwegebau und Recycling-Material zur wegebefestigung. Allg. Forst Zeitschrift, 24: 1332–1334.

Adresa autora:

Adolf Schlaghamersky
Fachhochschule Hildesheim/Holzminde
Hohnsen 4
31134 Hildesheim
DEUTSCHLAND

Šumske prometnice

Slavko Šunjić

Sažetak

U radu su razmatrani problemi otvaranja šuma šumskim prometnicama. Polazište je svih djelatnosti ovodobna otvorenost u upravama šuma, šumarijama, gospodarskim jedinicama. Pregled ulaganja u izgradnju prometnica mijenjao se u proteklom desetljeću od zadovoljavajućega do zabrinjavajućega zaostajanja. Štete na prometnicama i drugim infrastrukturnim objektima od rata, ali i desetak posto minimiranih šumskih cesta, velika su zapreka u gospodarenju šumom. Nedovoljna sredstva značila su i nedostatno ili i potpuno izostajanje održavanja prometnica s mnogim gospodarskim posljedicama. Velik udio vanjskih usluga privatnih poduzetnika donosi i probleme: nadzor nad radovima, nepouzdanost u obavljanju poslova u ugovorenim rokovima, nepoznavanje osjetljivosti šumskoga okoliša i dr. Štednja pri primjeni postupaka, načina rada i gradnje, dalji su problemi koji dovode do zaostajanja. Unatoč svemu, ciljevi ostaju nepromijenjeni ili tek nešto smanjeni; godišnje se nastoji izgraditi 0,3 m/ha cesta, što znači novih 500 km prometnica, ali i realnih oko 300 km. Nepoznate su i posljedice zakonskih propisa u svezi s ovlaštenjima za rad i projektiranje šumskih cesta, posebno nakon promjena u zakonu o građenju i propisa o inženjerskim komorama.

Ključne riječi: hrvatske državne šume, otvorenost šuma, unapređenje stanja

1. Uvod

Šumarstvo Republike Hrvatske ima dugu tradiciju u projektiranju i građenju šumskih prometnica. Na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima 1860. godine postojali su predmeti *mehanika* i *graditeljstvo*, a 1895. u sklopu predmeta *šumsko graditeljstvo* učilo se trasiranje šumskih putova i željeznica te projektiranje i građenje mostova.

Poslije Drugoga svjetskoga rata šumari su među prvim gradili prometnice na ovim prostorima. Velik broj prometnica, od lokalnih do magistralnih, rađen je kao šumske ceste.

Davnašnji *Projektirni biro Zagreb* osnovan je 1954. godine. Imao je 18 uposlenih šumarskih inženjera, a projektirao je oko 1500 km šumskih cesta i 490 km javnih cesta, od lokalnih do brzih cesta sa značajkama dijela autocesta.

2. Otvorenost

Otvorenost je šuma u »Hrvatskim šumama« krajem 1998. godine iznosila 7,27 m/ha, a ukupna duljina šumskih prometnica kojima se gospodarilo iznosi 14 477 km, što je preko 50 % duljine javnih, odnosno državnih cesta (tablica 1).

Tablica 1. Otvorenost šuma šumskim prometnicama

Godina	Duljina prometnica	Otvorenost
	km	m/ha
1991.	12 753,70	6,45
1992.	12 982,80	6,57
1993.	13 241,90	6,70
1994.	13 581,10	6,87
1995.	13 799,90	6,94
1996.	14 095,80	7,08
1997.	14 202,91	7,13
1998.	14 476,69	7,27*

* Otvorenost šuma u 1998. računata je na ukupnu površinu od 1 991 528 ha iz Šumskogospodarske osnove šumskogospodarskoga područja Hrvatske.

Na ukupnu manju otvorenost šuma utječe vrlo mala otvorenost Uprave šuma Split, odnosno krškoga područja, koja je manja od 3 m/ha.

U kontinentalnom dijelu otvorenost je različita u pojedinim područjima, ovisno o prirodnim uvjetima, vrsti i kakvoći šumskih sastojina, stupnju opremljenosti i načinu pridobivanja drva, kao i stava pojedinih šumarskih stručnjaka prema izgradnji šumskih prometnica. Pojedine su se uprave šuma (Našice,

Delnice, Senj) približile optimalnoj otvorenosti koju imaju razvijene europske zemlje. Ostale uprave imaju relativno dobru otvorenost s obzirom na uvjete i stanje u gospodarstvu, dok Lika, odnosno Uprava šuma Gospić, znatno zaostaje.

3. Ulaganja u prometnice

Godišnji opseg izgradnje šumskih prometnica prema *Programu razvoja* bio je gotovo dostignut 1992 – 1995. godine, kada je Poduzeće u investicije izdvajalo 7 – 12 % ukupnoga prihoda, od čega je preko 40 % trošeno za izgradnju šumskih prometnica (tablica 2 i 3).

Tablica 2. Ulaganja i duljina izgrađenoga donjega (DS) i gornjega (GS) stroja šumskih cesta iz amortizacije Poduzeća

Godina	DS	GS	Iznos	
	km		10 ³ DEM	10 ³ kn
1991.	173,4	173,4	6 014	22 253
1992.	229,1	229,1	9 835	36 390
1993.	257,8	259,1	22 640	83 770
1994.	149,8	220,8	11 438	42 321
1995.	90,3	86,2	5 552	20 544
1996.	91,5	90,3	6 266	22 322
1997.	43,0	94,4	5 182	18 423
1998.	164,9	117,3	5 788	20 953
Ukupno	1 199,8	1 270,6	72 717	266 976

Tablica 3. Ulaganja u donji (DS) i gornji (GS) stroj šumskih cesta izgrađenih kao protupožarne prosjeke s elementima šumskih cesta

Godina	DS	GS	Iznos	
	km		10 ³ DEM	10 ³ kn
1991.	12,3	-	242	896
1992.	452,4	67,3	3 974	14 705
1993.	274,0	68,4	4 573	16 920
1994.	375,6	120,4	7 391	27 347
1995.	320,1	130,7	6 482	23 986
1996.	151,0	28,1	4 305	15 337
1997.	64,1	63,6	2 969	10 557
1998.	48,2	37,8	2 131	7 716
Ukupno	1 697,7	516,3	32 070	117 464
Zbroj tablica 2 i 3	2 897,5	1 669,6	104 787*	384 440

* Srednji tečaj DEM za 1998. godinu iznosi 362,002 9 kn

Tek kada je završio rat u Republici Hrvatskoj, osjetile su se posljedice razaranja i uništavanja, kako u cijeloj državi tako i u javnom poduzeću »Hrvatske šume«, podjednako infrastrukture, opreme, strojeva, cijelih šumskih prostora (tablica 4).

Tablica 4. Ratne štete

Red. br.	Vrsta dobra	Izravna šteta		
		10 ³ HRD	10 ³ DEM	10 ³ kn
1.	Zemljište			
2.	Građevinski objekti	287 087	41 012	147 645
3.	Oprema	304 308	43 473	156 501
4.	Dugogodišnji nasadi			
5.	Šume i divljač	933 637	133 377	480 156
6.	Stočni fond			
7.	Obrtna sredstva			
8.	Spomenici kulture			
9.	Ostala sredstva i dobra	219 612	31 373	112 943
Ukupno		1 744 644	249 235	897 245

To je uvjetovalo da su se raspoloživa investicijska sredstva usmjeravala na otklanjanje šteta i na mnogu pomoć djelatnicima Poduzeća i pučanstvu.

Za investicije se od visokih 12 % u 1993. godini 1996 – 1998. izdvajalo tek nešto više od 3 % od ukupnoga prihoda. Razumije se da je u tom razmjeru smanjena i izgradnja šumskih prometnica. Tako se od približno 500 km izgrađenih različitih prometnica u 1993. godini došlo na manje od 100 km u 1997. godini.

Osim kredita Svjetske banke za obnovu i zaštitu obalnih šuma, kojim je predviđena i izgradnja oko 500 km protupožarnih prometnica, sve ostalo se gradilo isključivo vlastitim sredstvima »Hrvatskih šuma«.

4. Održavanje

Kakve su bile mogućnosti u svezi s izgradnjom šumskih prometnica, isto se može reći i za njihovo održavanje. Zbog nemogućnosti pristupa zbog okupacije i miniranosti pojedinih prometnica neke nisu održavane preko 10 godina. Nije rijedak slučaj da su na cesti ili bankini izrasla i cijela stabalca. Na pojedinim su cestama potpuno uništeni odvodni jarci, cijevni propusti, mostovi i ostala infrastruktura. Problem je i u tome što pojedine uprave šuma, uglavnom one koje nemaju radne građevinarske jedinice, nemaju nikakvih strojeva za održavanje šumskih cesta. Na mogućnost održavanja utječe skupi kamen odnosno velika udaljenost prijevoza.

5. Izvoditelji radova

Izgradnja se prometnica obavlja vlastitom građevnom mehanizacijom koju su »Hrvatske šume«

posjedovale u 6 radnih građevinarskih jedinica. Manji su dio poslova izvodili privatni poduzetnici. Uglavnom se unajmljuju strojevi koji nedostaju Poduzeću.

U vrijeme značajne izgradnje šumskih prometnica ranijih godina 48 % radova izvodilo je Poduzeće, a 52 % izvedeno je vanjskom uslugom.

S privatnim poduzetnicima nije stvoren suradnički odnos. Čest je slučaj da poduzetnici napuštaju posao unatoč ugovorenim radovima te odlaze na trenutačno bolje plaćene poslove. To se posebno događa u vrijeme sezonskih radova u poljoprivredi (prijevoz repe, žitarica) te velikih, najčešće državnih poslova u graditeljstvu (autoceste i sl.).

U vrijeme manjega izdvajanja za investicije nisu bolje prošle ni radne jedinice u graditeljstvu, tako da u posljednjih 6 godina nije nabavljen ni jedan građevinski stroj. Prosječna je starost strojeva preko 16 godina.

6. Izvoditelji radova

Zbog raznolikosti uvjeta na području »Hrvatskih šuma« različiti su i načini izgradnje šumskih prometnica. U nizinskom području izgradnja je vrlo skupa zbog uobičajeno velike udaljenosti kamenoloma od gradilišta (najčešće preko 100 km).

Nakon izgradnje osnovne mreže prometnica različitim načinima stabilizacije tla i s riješenom odvodnjom sada se uglavnom gradi primjenom geosintetika (geotekstil, geomreža).

U brdskom području gradi se većim buldožerima za proboj trase, te grederima i valjcima za izradu tampona. U planinskom području i na kršu, zbog mnogo kamenja, gradi se buldožerom i bagerom s hidrauličnim čekićem za proboj trase, te grederom i valjkom za izradu tampona.

Miniranje i eksploziv gotovo su potpuno isključeni, osim u slučajevima u kojima čvrstu stijenu nije moguće razbiti hidrauličnim čekićem.

7. Ciljevi

Podaci o otvorenosti i duljini privlačenja u »Hrvatskim šumama« pokazuju da je Poduzeće u usporedbi s razvijenim zemljama u takvu zaostatku da će trebati dosta godina intenzivne izgradnje kako bi se dostigao njihov sadašnji stupanj otvorenosti, a te zemlje još uvijek ulažu znatna sredstva u izgradnju šumskih prometnica. Programom razvoja »Hrvatskih šuma« 1991 – 2025. predviđena je izgradnja 0,3 m/ha ili oko 500 km prometnica godišnje. Na taj bi se način u sljedećih 25 godina u pojedinim upravama šuma dostigla optimalna otvorenost.

Namjerava se više ulagati u slabije otvorena područja, a u bolje otvorenim šumama postupno raditi na osuvremenjavanju osnovnih pravaca, npr. njihovu asfaltiranju.

Budući da je program rađen prije rata u Hrvatskoj, a s obzirom na ratne posljedice, potrebno ga je svesti u realne okvire i graditi bar polovicu od zacrtanoga, ili oko 300 km godišnje.

8. Poteškoće u ostvaraju planova

Nakon više od 100 godina projektiranja i gradnje prometnica i objekata u šumarstvu od 1. listopada 1999. godine stupa na snagu *Zakon o građenju* po kojem samo inženjeri arhitekture i građevinarstva mogu projektirati i graditi građevine poput šumskih prometnica. Naime, samo oni mogu dobiti licenciju od Inženjerske komore za obavljanje inženjerskih poslova na gradnji prometnica bez obzira na namjenu.

Članovi te strukovne Inženjerske komore ne mogu biti šumari, agronomi, geolozi, rudari i druga zanimanja (bio)tehničke struke. Naime, *Zakon o građenju* i *Zakon o inženjerskim komorama* rađeni su bez sudjelovanja stručnjaka navedenih struka.

Nadalje, sve više šumskih površina prelazi u nacionalne parkove i parkove prirode u kojima ne rade šumari, ili je njihov utjecaj na gospodarenje beznačajan. Nastavi li se tako, uskoro neće trebati ni šumarski fakultet, budući da u šumi radi sve više biologa, pravnika, liječnika ..., koji »čuvaju šumu od šumara«. Mnogi od njih jedva su čuli za riječ biocenoza.

Vodoprivreda koristi preko 64 000 ha šumskih površina kao retencije, u koje usmjerava vodu kada je i u šumi ima previše, a izvodi je kada je šumi potrebna. Za to šumarstvo godišnje plaća 8 milijuna DEM. U većini se lovišta ne zna komu treba poslati račun za učinjenu štetu od divljači. Sve se to događa vjerojatno zato što šumari nemaju svoj lobi. Možda čitatelj ovih redaka pomogne šumi i šumarstvu.

9. Literatura

- Anon., 1963: Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860 – 1960. Šumarski fakultet, Zagreb.
- Anon., 1974: Ceste i mostovi u Hrvatskoj. Zagreb.
- Anon., 1999: Poslovno izvješće »Hrvatskih šuma« 1991 – 1998. Zagreb.
- Anon., 1993: Program razvoja 1991 – 2025. »Hrvatskih šuma«. Zagreb.

Adresa autora:

Slavko Šunjić
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Farkaša Vukotinovića 2
10 000 Zagreb
HRVATSKA

Šumske prometnice u Turskoj

H. Hulusi Acar, Selçuk Gümüş

Sažetak

Iskorištavanje šuma zahtijeva veliko svrhovito iskustvo prilagođeno ostvarivanju postavljениh ciljeva. Šumske prometnice omogućuju prijevoz drva, radnika, materijala i opreme. S druge pak strane, prometnice osiguravaju svekoliku, dijelom i javnu prometnu infrastrukturu te sadržajnu razonodu za posjetitelje šuma. Može se stoga reći da su one onim što pružaju gospodarsko, društveno i kulturno dobro. U Turskoj se po šumskim prometnicama godišnje preveze približno 17 milijuna m³ trupaca. Nadalje, šumske prometnice imaju važnu ulogu i u drugim šumarskim djelatnostima, poput zaštite šuma, cjelokupnoga gospodarenja šumama, uzgajanja šuma, rasadničarstva i zaštite tla od erozije. Troškovi su izgradnje cesta mnogo veći u planinskim područjima kakva prevladavaju u Turskoj. Izradbu studija o sustavnom planiranju izgradnje šumskih prometnica pokrenula je 1964. godine Glavna uprava za šumarstvo. Projekt je završen 1974. Tim je studijama isplanirana izgradnja 144 425 km šumskih prometnica unutar proizvodnih šumišta. Ipak, ti su se planovi naposljetku morali izmijeniti zbog razvoja šumarskih postupaka, zahtjeva nacionalnoga šumarstva i stvarne šumarske prakse. Prema izmjenama ukupna planirana duljina šumskih prometnica sada iznosi 201 810 km. Do 1994. godine izgrađena su 121 503 km šumskih prometnica, što je 60,21 % od njihove planirane ukupne duljine. Planirana gustoća (ploštinska duljina) prometnica (cesta) iznosi 20 m/ha. Rastuća je potreba za nadzorom troškova šumskih poslova potaknula šumarske stručnjake na izradbu učinkovitih postupaka planiranja šumskih prometnica radi najvećega mogućega smanjenja troškova privlačenja i prijevoza drva, te izgradnje i održavanja cesta. Zahvaljujući uobičajenim poteškoćama koje nastaju zbog složenosti i kolebljivosti šumskih uvjeta, iskusni su voditelji proizvodnje najčešće prisiljeni sami planirati šumske prometnice, koristeći i prilagođavajući se pritom u prvom redu, među ostalim, i nedovoljno pripravljenima, pa i nepogodnim pravilima. Tijekom planiranja šumskih prometnica i organizacije prijevoza šumskih proizvoda uspješno je korišten geografski informacijski sustav (GIS). Nedavno je u Turskoj provedeno istraživanje u kojem je GIS korišten za planiranje trasa šumskih prometnica i određivanje strukture cesta. Ipak, još nije postignuta željena odgovarajuća razina. Planiranje potrebne mreže šumskih prometnica na razini čitave države trebalo bi biti dovršeno u što kraćem vremenu primjenom navedene metode, što je i bio predmet spomenutoga istraživanja.

Ključne riječi: Turska, šumske prometnice, GIS, planiranje, izgradnja i održavanje

1. Uvod

Ukupna se površina šuma dnevno smanjuje na globalnoj razini, ponajprije zbog ljudskoga djelovanja i prirodnih katastrofa poput šumskih požara. I u Anatoliji su šume uveliko oštećene. Štoviše, lako pristupačna područja djelomično su uništena i jedino su šume na nepristupačnim područjima uspjele zadržati svoj prirodni oblik.

Pridobivanje i transport drva ključne su sastavnice očuvanja održivoga gospodarenja. Ukupna svjetska proizvodnja drva dosegla je razinu od 3470 mili-

juna m³ godišnje. Nedavna predviđanja FAO-a prognoziraju do 2010. godine godišnji rast proizvodnje na čak 5100 milijuna m³ (FAO 1995).

Kako na svjetskoj razini, tako i u Turskoj traje stalno smanjivanje šumskih površina. Šumište u Turskoj zauzima približno 20,7 milijuna hektara, od čega 50,7 % otpada na proizvodni dio. Udio je malih šuma (sastojinâ pretežno sastavljenih od drveća i grmlja, često okruženih poljoprivrednim zemljištem) u proizvodnom dijelu 66,8 %. 71,5 % tih šuma u Turskoj su šume četinjača, 18,7 % šume listača, a 9,8 % su mješovite šume. Najrasprostranjenije su vrste u šu-

mama četinjača *Pinus sylvestris*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Picea orientalis*, *Abies* sp. i *Cedrus libani*, dok se u bjelogoričnim šumama najčešće nalazi *Quercus* sp., *Fagus orientalis* i *Castanea sativa*.

Gotovo su sve turske šume u vlasništvu države. Šumama upravlja Vladino poduzeće za šume, a planiranje, izgradnja i održavanje mreže šumskih prometnica neki su od njihovih prvenstva u provedbenom ostvaraju. Turska Vlada ove projekte vodi u sklopu ostalih šumarskih djelatnosti. Izvođenje mnogih šumarskih djelatnosti znatno je otežano nepristupačnim planinskim terenom.

Iskorištavanje šuma zahtijeva veliko iskustvo temeljeno na razboritosti te prilagođeno ostvarivanju postavljenih ciljeva, u čemu izgradnja šumskih prometnica ima jednu od najvažnijih uloga, jer prometnice omogućuju prijevoz drva, radnika, materijala i opreme. S druge strane, prometnice također pružaju prometnu infrastrukturu i rekreaciju za posjetitelje šuma. Možemo stoga reći da one pružaju gospodarske, društvene i kulturne koristi (Erdas i dr. 1995).

2. Šumske prometnice u Turskoj

Šumarske se djelatnosti u Turskoj provode na području od približno 20 milijuna hektara, smještene u različitim dijelovima zemlje i s različitim radnim uvjetima. Samo najbolje osmišljena mreža šumskih prometnica može pružiti dovoljno dobre radne uvjete u ovim prostranim, raštrkanim i nepristupačnim planinskim područjima. Svake se godine u Turskoj po šumskim prometnicama preveze približno 17 milijuna m³ trupaca. Nadalje, šumske prometnice imaju važnu ulogu i u drugim šumarskim aktivnostima, poput zaštite šuma, gospodarenja šumom, uzgajanja šuma, rasadničarstva i zaštite tla od erozije. U planinskim su područjima Turske troškovi izgradnje šumskih prometnica mnogo viši.

Planovi su izgradnje mreže šumskih prometnica osmišljeni u skladu s pravilima iz biltena br. 202 koji je izdala Glavna uprava za šumarstvo. Tijekom su stvaranja planova u obzir uzeti zahtjevi šumskoga transporta radi stvaranja uvjeta za prijevoz svih šumskih proizvoda te za obavljanje drugih šumarskih djelatnosti, kao i za stvaranje poveznica između glavnih i sporednih šumskih cesta, poput nizinskih putova, planinskih cesta, šumskih vlakova i poveznih cesta (OGM 1984).

Studije sustavnoga planiranja šumskih prometnica pokrenula je 1964. godine Glavna uprava za šumarstvo, a projekt je dovršen 1974. godine. U tim je studijama planirano ukupno 144 425 km šumskih prometnica unutar proizvodnih područja. Ipak, ti su planovi morali naposljetku biti izmijenjeni zbog razvoja šumarske tehnike i šumskih proizvodnih postu-

paka, zahtjeva nacionalnoga šumarstva i stvarne šumarske prakse. Prema načinjenim izmjenama ukupna planirana duljina šumskih prometnica sada iznosi 201 810 km. Do 1999. godine izgrađena su 132 693 km šumskih prometnica, što je 65,75 % planirane ukupne duljine prometnica. Pritom planirana gustoća prometnica iznosi 20 m/ha.

U Turskoj je postignut značajan napredak u izgradnji šumskih prometnica. S druge pak strane, taj je napredak nužno sagledati i s tehničkoga i s gospodarskoga motrišta. Dosada je izgubljeno oko 250 000 ha (1,25 % ukupne površine šuma) jer 125 000 km izgrađenih šumskih prometnica prolazi kroz proizvodno šumište, a za izgradnju je ceste široke 4 m potrebno 20 m šumskoga područja. Gubitak je proizvodnoga šumišta postalo važno pitanje u zemlji otkada se veća važnost počela pridavati pošumljavanju. Uzevši u obzir te činjenice, gubici šumišta zbog izgradnje prometnica moraju biti smanjeni racionalnijim planiranjem, jer je proizvodno područje nezamjenjivo s gledišta šumskoga gospodarenja.

3. Procjena šumskih prometnica s gledišta održivoga gospodarenja šumama

3.1. Procjena planiranja

S ekološkoga je gledišta planiranje mreže šumskih prometnica u skladu s prirodom najvažniji uvjet, jer je pogrešku u planiranju šumskih prometnica nepromjenjiva ustroja nemoguće ispraviti, ili bi njezino ispravljanje bilo preteško, preskupo i predugotrajno. Stoga je nužno planiranje provesti s najvećom pažnjom. Štoviše, pogreške bi u planiranju mogle izazvati negativne posljedice za samu trasu šumskih cesta i za njihov prirodni okoliš.

Prilikom planiranja šumskih prometnica nužno je uzeti u obzir ekološke kriterije poput strukture reljefa, tipa tla, životinjskoga svijeta, uzgojnih i zaštitnih mjera, ali ne treba zaboraviti ni tehnička i gospodarska mjerila. Na primjer, materijal za izgradnju cesta ne treba iskapati na proizvodnom području, ne treba raditi više prometnica no što je potrebno, treba izbjegavati uzgojno osjetljiva područja i područja pojačane erozije, a prilikom planiranja treba u obzir uzeti sve potrebne mjere sigurnosti.

Značajan dio ukupno planiranih prometnica u Turskoj može biti završen u nekoliko godina. Nakon što se izgrade šumske prometnice nužno je osmisliti novi plan koji bi uključivao i ekološke, tehničke i šumarske zahtjeve, a ne samo uvjete iz 1960-ih. Stari planovi o izgradnji mreže šumskih prometnica moraju biti ponovno procijenjeni i sve ozbiljne pogreške moraju biti ispravljene tijekom vremena.

U prvom redu treba procijeniti općekorisne, tzv. funkcionalne vrijednosti šuma, koje bi služile kao osnova za planiranje mreže šumskih prometnica. Nužno je izbjegavati izgradnju prometnica koja bi uzrokovala veća krčenja šuma. Prilikom planiranja treba uzeti u obzir mogućnosti transporta, terenske uvjete te buduću uzgajivačku djelatnost. Istodobno planirani radovi moraju biti osmišljeni tako da uzrokuju što manje šteta na okolišu.

3.2. Tehnički razvoj planiranja šumskih prometnica

Mnogostruka svrhovitost i održivo gospodarenje najvažnije su odrednice današnjega šumarstva. Mnogostrukost razumijeva planiranje koje se ne odnosi samo na proizvodnju drva, nego uključuje i ostale šumarske djelatnosti i dobrotu šuma.

S gledišta se planiranja mreže šumskih prometnica i njihovih zadaća u Turskoj šume dijele u tri skupine: proizvodne šume, zaštitne šume i nacionalni parkovi (Yolasigmaz 1998, Eraslan 1982). Tijekom planiranja mreže šumskih prometnica potreban je novi pristup koji će biti u skladu s procjenom tih zadaća, a koji će uključivati različitu gustoću prometnica za svaku skupinu.

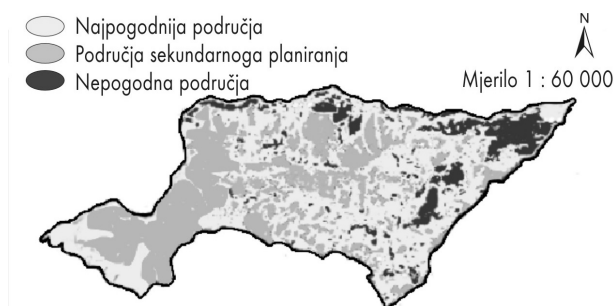
Planovi se šumskoga transporta također moraju uzimati u obzir tijekom planiranja šumskih cesta, što je ključan uvjet učinkovitosti šumskih djelatnosti u proizvodnim šumama. Ti se planovi osmišljavaju nakon pripreme šumskih proizvoda za prijevoz u skladu s planovima mreže šumskih prometnica, planovima uzgajanja i gospodarenja, uvjetima terena, dostupnoj mehanizaciji, obujmu rada, radnom kapacitetu i radnoj proizvodnosti. Planovi moraju uključivati i zaštitu stabala pri transportu trupaca u sastojini, pomlatka, šumskoga tla i radnika. Radi se o modelu koji odabire najbolji način transporta s obzirom na redoslijed, predviđanje pogodnoga vremena i način izvlačenja sortimenata te prijevoz kamionima po šumskim cestama.

Geografski je informacijski sustav (GIS) postao važan alat koji se često koristi pri donošenju odluka. Taj sustav sjedinjuje niz grafičkih i negrafičkih podataka o prostornim pitanjima.

Korištenje geografskoga informacijskoga sustava u planiranju mreže šumskih prometnica započelo je početkom 1990-ih. U početnim je studijama sustav korišten prilikom osmišljavanja proizvodnih planova na što brži i točno određeni način, koristeći se pritom podacima iz baze podataka GIS-a u planiranju šumskih prometnica. Mnoge su se raščlambe, poput procjene obujma sječe i popunjavanja sastojina ili određivanja najkraćega puta između dviju čvrstih točaka, mogle brzo provesti pomoću digitalnoga te-

renskoga modela. Ipak, mnoga se istraživanja još uvijek provode radi poboljšanja tih raščlambi.

Ovodobni su geografski informacijski sustavi korišteni za odabir najboljih trasa šumskih prometnica te za određivanje stvarnih potreba izgradnje prometnica u Turskoj (Acar i Gümüş 1998a, 1998b). Prema jednomu istraživanju u šumskom okrugu Trabzon planirane su šumske prometnice ukupne duljine 107 706 m. Gustoća prometnica, njihov razmak i udio šumske pristupačnosti iznosili su 20,40 m/ha, 490,19 m i 93,27 %. Te su prometnice omogućile iskorištavanje 4 923,27 ha od ukupno 5 278,27 ha šuma. Također, pristupom je tim šumama dobiven obujam drvene sastojinske zalihe od 701 151,880 m³ te prirast od 14 381,548 m³. Pritom je samo 58 % ukupne površine ocijenjeno kao najbolje područje za izgradnju šumskih prometnica (slika 1) (Gümüş 1997).



Slika 1. Najpogodnija područja za planiranje šumskih prometnica

3.3. Procjena šumskih prometnica s gledišta izgradnje i održavanja

Šumske su prometnice najznačajniji infrastrukturni čimbenik u šumarskim djelatnostima. Prema Bayoğluu uz pogrješno planiranje šumskih prometnica najveće štete na okolišu uzrokuju buldožeri (razrivači) prilikom poravnavanja ceste tijekom izgradnje. Takav pristup koji uzrokuje gubitak pošumljenoga šumišta i oštećuje pokrov šumskoga tla još je čest u planinskim područjima (Bayoğlu 1989).

Tijekom izgradnje 4 metra šumske prometnice na prosječnom nagibu zamljišta od 70 % uništi se približno 32 m širine tla i 20 m širine stjenovitoga terena. Točnije, prilikom izgradnje 1 km šumske prometnice premješta se i pritom im se mijenjaju svojstva 8000 m³ tla i 3300 m³ stijena (FAO 1985).

Zbog toga Glavna uprava za šumarstvo priprema nova pravila u skladu s tehničkim dostignućima i okolišnim motrištem postojećih uvjeta. Betonske će se i asfaltne prometnice moći graditi samo na manjim udaljenostima, uzimajući pritom u obzir i problem uništavanja okoliša i dodatnih troškova.

Prilikom planiranja sustava vodnoga uređivanja, bilo odvodnje, preusmjeravanja, sređivanja okolišnoga stanja i dr., u obzir se mora uzeti i usklađenost s prirodom i tehničkim dostignućima. Svi se prijašnji planovi u kojima nije obuhvaćeno vodno uređivanje moraju zamijeniti novima.

Područje oko šumskih prometnica mora biti prilagođeno prirodnim tvorevinama i tehničkoj opremi, pa je na pojedinim mjestima nužno provesti uzgojne mjere poput djelomičnoga popunjavanja ili pošumljavanja. Također, ako je potrebno, na pojedinim će se cestama izgrađivati djelomična ojačanja i jarci radi produženja trajnosti ceste.

Svugdje gdje je potrebno tijekom izgradnje prometnica treba iskoristiti prednosti mehanizacije. Zbog toga je nužno primijeniti istodobno iskapanje bagerima i odvoženje samoistovarnim kamionima (tzv. kiperima), što je dugogodišnja praksa u razvijenim zemljama. Buldožer (razrivač) treba koristiti samo na mekanom tlu. Nužno je zapošljavati isključivo stručno osposobljene radnike. Ako je potrebno, treba poduzeti sve nužne mjere za smanjivanje šteta na okolišu. Prilikom rada na stjenovitim terenima treba koristiti materijal koji ne šteti okolišu.

Nikako ne treba zanemariti održavanje šumskih prometnica i uređenja vodnoga sustava. Održavanje treba provoditi barem dva puta godišnje: prije proljetnoga kišnoga razdoblja i nakon završetka transportnih poslova u jesen.

4. Rezultati i prijedlozi

Velik je dio planiranih šumskih prometnica u Turskoj već izgrađen, ali negativne pojave poput najezde kukaca, klizanja tla i sl. nisu spriječene. Procjena je terena još uvijek nedostatna, premda je u fazi planiranja posvećena velika pažnja zaštiti okoliša. Prometnice su izgrađene prilično brzopletu i nemarno, bez usklađivanja s proizvodnjom. Sustav je vodne infrastrukture izgrađen samo na mjestima gdje je trenutno bio nužno potreban. Njegovo je održavanje također manjkavo.

Kao rezultat svega postojeće je planove mreže šumskih prometnica nužno ponovno ocijeniti s gledišta funkcionalnoga i transportnoga planiranja. Izgradnja mora biti nastavljena prema novom planu donesenom za razdoblje nakon 2000. godine. Planiranje prometnica koje je okrenuto isključivo proizvodnji i koje zanemaruje oštećivanje okoliša, izgradnja cesta buldožerom, korištenje dinamita u planinskim

područjima, nepogodni sustavi uređivanja bujičnih voda te njihovo loše održavanje zahtijevaju reorganizaciju korištenjem geografskoga informacijskoga sustava.

5. Literatura

- Acar, H. H., Gümüş, S., 1998a: Determining of Technical Data and Maps in Forest Road Network Planning by Geographical Information Systems. *KU Artvin Forestry Faculty Journal*.
- Acar, H. H., Gümüş, S., 1998b: Determination of Forest Road Art Construction Requirement Usage of Geographical Information Systems. *V. Esri and Erdas Meetings*, 11–12 June 1998, ODTU, Ankara, str. 8.
- Bayoğlu, S., 1989: An Constructions Technique Do Not Damage On Environment On Mountainous Terrain. *Forest Engineering Journal*, 26 (12): 6–9, Ankara.
- Eraslan, I., 1982: *Forest Management*. Istanbul University Pub., Istanbul.
- Erdas, O., Acar, H. H., Tunay, M., Karaman, A., 1995: Problems and Its Suggestion of Solution Interested in Forest Ergonomy and Production. *Forest Roads, Transportation of Forest Products, Forestry Mechanisation and Cadastral*, Turkey Forestry Report, KTU Forestry Faculty Pub. No: 48, Trabzon.
- FAO, 1995: *State of the World's Forests*. Forestry Department, Rome.
- FAO, 1985: *Logging and Transport in Steep Terrain*. Forestry Paper 14 Rev. 1, ISBN 92-5-102218-6, Rome, 333 str.
- Gümüş, S., 1997: *Investigations on Usage of Geographical Information Systems on Selecting of Forest Road Routes*. Master Thesis, Trabzon, 131 str.
- Kose, S., Baskent, E. Z., 1993: Importance of Geographical Information Systems in Our Forestry. *Forest Ministry*, 3: 195–204, Pub. No: 006, 1–5 November, Ankara.
- OGM, 1984: 202 Numbered Bulletin. *Forest Road Planning and Execution Of Construction Works*, Ankara.
- Yolasigmaz, H. A., 1998: *Preparing of Forest Function Maps Whit Geographical Information Systems*. K.T.U. Master Thesis, Trabzon.

Adresa autora:

H. Hulusi Acar
Selçuk Gümüş
Karadeniz Technical University
Forestry Faculty
Forest Engineering Department
61080 Trabzon
TURKEY
e-mail: hlsacar@risc01.ktu.edu.tr

Djelovanje gradnje šumskih prometnica i radova pri pridobivanju drva na okoliš

H. Hulusi Acar

Sažetak

Izgradnja šumskih cesta i radovi na iskorištavanju šuma promatrani su s gledišta rasta oštećenja drva od kukaca, nastalih šteta na preostalim stablima te ugroze prirodne obnove šuma i smanjenja šumske površine uz šumske ceste na nagnutim terenima. U zemljama razvijenoga šumarstva ekološkom je pristupu pri šumskim radovima pridano nužno značenje. Pri gradnji šumskih cesta to pretpostavlja uporabu jaružala (bagera) i samoistovarnih kamiona, tzv. kiperi, smanjivanje šteta od uporabe eksploziva pri uklanjanju stijena te uporabu suvremene tehnike poput žičara, točila i sl. Za ostvarenje željene otvorenosti šumskih cesta koja bi Turskoj jamčila minimalnu šumsku proizvodnju i sječu, uz već dovršenu mrežu šumskih cesta do 1995, treba izgraditi još 40 % šumskih cesta. Pritom treba pojačanu pozornost posvetiti zaštiti prirodnoga okoliša. Pri planiranju mreže šumskih cesta moraju se uzeti u obzir ekološki, tehnički i sastojinski uvjeti. Zbog toga uspjeh izgradnje šumskih cesta i radova na iskorištavanju šuma ovisi o izobrazbi radnika, uporabi suvremenih alata i uređaja te gradnji ekološki prihvatljivih objekata bez uzrokovanja šteta u okolišu.

Ključne riječi: šumske ceste, iskorištavanje šuma, šumarski radovi, okoliš, oštećivanje okoliša

1. Uvod

Prirodni se okoliš sustavno oštećuje već dulje vrijeme pri radovima na pridobivanju drva i izgradnji šumskih cesta. Taj je problem razmotren zajedno s rastućim štetama uzrokovanim napadom kukaca, ugroze stanja s urodom sjemena, uništavanjem prirodnoga pomlatka na cestovnim padinama te smanjivanjem šumske površine nakon izgradnje šumskih cesta.

U razvijenim zemljama ovom je problemu posvećena potrebna pozornost ekološkim pristupom. U praksi se radi zaštite okoliša uvodi znani tehnički razvoj koji uključuje izgradnju cesta s jaružalima i tzv. kiperima, smanjivanje oštećivanja okoliša prilikom miniranja stijena, uporaba suvremene tehnike šumskoga transporta kao što su žičare, točila, jednotačne željeznice, harvesteri i tzv. hodajući strojevi.

60 % je šumskih cesta u Turskoj dovršeno, ali prema Acaru i Şentürku (1993) važan dio šumskih cesta još uvijek treba biti izgrađen radi postizanja minimalne proizvodne razine i razine pridobivanja drva na šumskim površinama u Turskoj. Ti se postupci i istraživanja moraju pažljivije razmotriti radi zaštite prirodnoga šumskoga okoliša.

Šumske su ceste temelj potrajnoga šumskoga gospodarenja. Istodobno, šumske su ceste prvi korak u zaštiti šuma od požara u najkraćem mogućem vremenu, a igraju važnu ulogu i u zaštiti okoliša.

2. Šumske ceste i zaštita okoliša

Osim neposrednih šteta uzrokovanih lošim planiranjem šumskih cesta, oštećenja se okoliša pojavljuju osobito u sjemenskim sastojinama, područjima prirodne obnove te na stjenovitim planinama, klizištima itd. Već u vrijeme planiranja šumskih cesta valja uzeti u obzir njihove nagibe; u protivnom okoliš može biti ozbiljno ugrožen.

Nadalje, nedovoljan broj izgrađenih cesta i loše održavanje postojećih također uzrokuje eroziju i klizišta na šumskim cestama. Stoga su prirodni okolišni uvjeti posebno važni pri izboru načina izgradnje šumske ceste.

Kotrljanje materijala preostalog od izgradnje cesta uzrokuje najznačajnija oštećenja. To je posebno neugodno u gorskim područjima koja su ujedno i stjenovita (Bayoğlu 1989). Ta pojava negativno utječe na prirodu zatirući prirodnu obnovu, stvarajući preduv-

jete za najezdu kukaca zbog oštećenja stabala, zbijajući tlo i smanjujući šumskoproduktivnu površinu.

Izgradnja 1 km šumske ceste zahtijeva iskapanje 8000 m³ materijala na neskeletnim tlima i 3000 m³ na skeletnim tlima, na poprečnim nagibima terena od 70 % i širini ceste od 4 m, kao što je utvrdio FAO.



Slika 1. Oštećenja na nagnutom terenu prilikom izgradnje šumskih cesta

Razvoj je izgradnje šumskih cesta u Turskoj ograničen. Ali, to se mora raspraviti s tehničkoga i ekološkoga gledišta. Dandanas su površine pod gospodarskim šumama pokrivene s 125 000 km šumskih cesta. Do dana kada će se izgraditi sve nužne šumske prometnice, površina pod šumom smanjit će se za otprilike 250 000 ha, što je 1,25 % cjelokupne šumske površine u Turskoj (Acar 1999). Stoga je vrlo važno smanjiti gubitak šumske površine racionalnim planiranjem izgradnje šumskih cesta.

Vrijednost postojećih šumskih cesta u Turskoj iznosi otprilike milijardu USD-a. Izgradnja je šumskih cesta skupa, ali i potrebna za šumarstvo. Stoga je vrlo važno pravilno planirati mrežu prometnica da bi se što manje oštetio okoliš prilikom njihove izgradnje.

Obilje pijeska i šljunka na šumskim cestama važan je problem za prirodnu strukturu tla u sastojini. Ono uzrokuje eroziju razrezanu u obliku prstiju, posebice u mokrim tzv. slinavim područjima s neprikladnim nagibom i širinom odvodnoga jarka itd., tj. u okolišu nepogodnom za izgradnju cesta (Acar 1993).

U tijeku izgradnje cesta mehanizacija ima negativan učinak (buka, vibracije itd.) na divljač, a kemijski ostaci uništavaju strukturu tla.

Nedostatno godišnje održavanje prometnica ugrožava njihovu strukturu i istodobno uzrokuje eroziju i zemljana klizišta. Do sada je u Turskoj dovršeno samo 15 % šumskih cesta i njihovih nadgradnji. To negativno utječe na prirodni okoliš.

3. Djelovanje radova na pridobivanju drva na prirodni okoliš

U Turskoj se godišnje proizvede oko 10 milijuna m³ industrijskoga i 15 milijuna m³ ogrjevnoga drva. To djelovanje samo po sebi uzrokuje oštećenja okoliša.

Šumska proizvodnja sječom uglavnom utječe na obnovu (pomlađivanje) i na druga preostala stabla. Takva su oštećenja uzrok daljnjih nepogoda – odumiranja stabala ili gubitka kakvoće drva, ili zaraza gljivičnim bolestima i kukcima.

Aktivnosti vezane uz prometanje (transport i skladištenje) drva uključuje i njegovo izvlačenje (privlačenje) i djelomični kamionski prijevoz šumskim cestama. Pri izvlačenju se uzrokuju veća oštećenja okoliša. Zastarjeli načini šumskoga rada, kao što su ručno izvlačenje, nadzirano ili nenadzirano klizanje i kotrljanje drva i sl., oštećuju biljke i tlo te ugrožavaju divljač.

Izvlačenje je drva životinjama bolje nadzirani način rada. S toga razloga vuča drva po tlu uzrokuje manja oštećenja, izuzev eroziju tla na samim vlakama.

Pogrešan je izbor puta za izvlačenje tijekom traktorskoga privlačenja loš za privlačenje ako se odvija po šumskim cestama ili se drvo izvlači užetom. Ta oštećenja značajno utječu na pomlađivanje i preostala stabla, uzrokujući eroziju tla i vodenu eroziju na vlakama nakon sječe.

Žičara je sustav koji najmanje oštećuje okoliš, ali zahtijeva sječu svih stabala u određenom prolazu radi zračnoga transporta. Taj koridor značajno smanjuje šumskoproduktivne površine. Privlačenje žičarom oštećuje pomladak i izaziva eroziju tla na trasi.

Ostali načini privlačenja, kao što su točila, željeznice, transport vodom, balonom i helikopterom, prikladne su prirodne tehnike koje daju s ekološkoga stajališta bolje rezultate.

4. Zaštita okoliša tijekom izgradnje šumskih prometnica i pridobivanja drva

Izgradnja novih šumskih cesta mora se nastaviti u skladu s obnovljenim planovima, koji uzimaju u obzir ekološke, tehničke i šumske (sastojinske) uvjete. Ako treba, pogriješni se planovi mreže prometnica mogu preinačiti. Za reviziju planova izgradnje cesta potrebno je samo vrijeme i skrb. Ipak, težak je i skup proces primjene tih mijena.

Određivanje svrhovitosti (funkcionalnih) vrijednosti šuma prethodi razvoju djelatnih planova. Nakon toga se pripremaju planovi izgradnje prometnica. Mora se imati na umu da nesvrhovito, nepotrebno građenje cesta može uzrokovati gubitak šumskoproduktivne površine. Planiranje mreže šumskih ces-

ta mora uzeti u obzir i ekološku sastavnicu – zaštitu okoliša. U skladu s tim treba sagledati topografske uvjete, šumskouzgojne postupke i mogućnosti transporta. Betonske i asfaltne ceste grade se samo na kratkim udaljenostima i samo tamo gdje su nužne jer su skupe i jer ugrožavaju okoliš.

Općenito, Lucci (1989) i Yoshimura i dr. (1997) susretali su se s erozijom i premještanjem materijala na traktorskim vlakama. Postoji mnoštvo čimbenika koji mogu uzrokovati eroziju na šumskim cestama, kao što su topografija, nagib ceste, starost ceste i njezino održavanje. Zato su Packer i Christensen (1997) predložili uporabu odvodnih jaraka i bankina.

Pri planiranju nadgradnje prometnica, jaraka, cestovnih građevina i mostova trebaju se uzeti u obzir tehničke i okolišne osnove. Nagibi cesta moraju biti u skladu s okolinom i po potrebi izgrađeni dobro. Ne smije se zanemariti održavanje šumskih cesta i građevina.

Izgradnja se šumskih cesta mora provesti uporabom kombinacije bagera i samoistovarnih kamiona, kao što je to slučaj u razvijenim zemljama. Dozeri se smiju koristiti samo na mekim tlima. Samo vrlo stručno osoblje smije upravljati takvim strojevima. Radi smanjenja oštećenja okoliša tijekom izgradnje cesta poduzimaju se privremene mjere. Eksplozivni se materijal i postupci miniranja pažljivo odabiru kako bi možebitno oštećenje bilo što manje.

Najveću štetu trpi nakon sječe i izvlačenja pomlađivanje. S tog je razloga pravilo da se zapošljavaju jedino osposobljeni rukovatelji strojevima. Smjer se sječe i put izvlačenja mora odrediti tako da se prouzroči najmanja moguća šteta. Dakako da pritom treba koristiti suvremene strojeve ako je to moguće.

Održive, tzv. prirodne tehnike transporta uzrokuju minimalna oštećenja okoliša prilikom iskorištavačkih zahvata. Privlačenje traktorima trebalo bi se obaviti na prirodnim putovima bez posebne pripreme.



Slika 2. Izvlačenje drva točilom

Žičare su najbolji način transporta, ali one zahtijevaju dobar odabir trase i pomno planiranje transporta.

Transport točilima, željeznicom, rijekom, jedno-tračnom željeznicom, helikopterom i balonom vrlo su skupi načini izvlačenja drva. Ipak, oni daju pozitivne rezultate glede okoliša u usporedbi s ostalim postupcima. Zanimljivi su i iskorištavački zahvati na snijegu, te bi ih valjalo podržati.

Prilikom izbora šumskouzgojnih postupaka moraju se uzeti u obzir transportne mogućnosti. Strojevi moraju potpomoći iskorištavačkim zahvatima na teškim terenima i područjima pomlađivanja.

Transportni plan koji je razvio Bayoğlu (1996) potiče razvoj racionalnih metoda sječe i smanjenje oštećivanja šumskoga tla i sastojine.



Slika 3. Izvlačenje drva Urusom M III

5. Rezultati i preporuke

Mnogo je šteta utvrđeno u prirodnom okolišu prilikom planiranja šumskih cesta, njihove izgradnje i održavanja te tijekom sječe i izvlačenja. Gubitak šumskih površina, napad kukaca, erozija tla i stvaranje klizišta, kao i štete uzrokovane sječom i izvlačenjem predstavljaju najveća oštećenja.

Pri planiranju se mreže šumskih cesta moraju uzeti u obzir ekološki, tehnički i svi ostali šumski uvjeti te dobrobitne vrijednosti šuma.

Šumske se ceste moraju graditi uporabom bagera i samoistovarnih kamiona (kipera). Pri planiranju mostova i drugih cestovnih dogradnji trebalo bi razmotriti tehnička i prirodna motrišta. Ne smije se postaviti održavanje šumskih cesta i građevina.

Potrebno je zaposliti osposobljene, izučene rukovatelje strojevima i šumske radnike za sve vrste iskorištavačkih djelatnosti. Dobri su rezultati postignuti privlačenjem drva po snijegu, transportom željeznicom, točilima ili rijekom, koji predstavljaju prirodne postupke primicanja drva.

Kao rezultat svega navedenoga šumske ceste postaju najvažnija infrastruktura u šumarstvu i istodobno čine dio državne mreže prometnica. Pri planiranju šumskih cesta mora se imati na umu da se njihovom izgradnjom i pridobivanjem drva uzrokuju ozbiljna oštećenja okoliša. Posljedično, potrebno je zaposliti potvrđeno ovlaštene i osposobljene radnike koji će raditi sa suvremenim strojevima na zadanim postupcima pazeći na prirodu tijekom izgradnje šumskih cesta i iskorištavačkih djelatnosti, a da se izgradi i pomoćna (dodatna) zdanja uz minimalnu ekološku štetu. Također je potrebno posebno procijeniti uspjeh svih šumarskih djelatnosti u svjetlu zaštite okoliša.

6. Literatura

- Acar, H. H., 1993: The effectiveness on forest transportation and damages at the forest roads on Macka region after 1999' erosion. *Ecology Journal*, 2 (7): 14–17, İzmir.
- Acar, H. H., 1999: Forest Roads and harvesting operations in forestry. 1 st international symposium on protection of natural environment, Dumlupınar Univ, 23–25 Sept. 1999, Kütahya, 8 str.
- Acar, H., Şentürk, N., 1993: The effects on forest ecosystem forest operations. *Y. Ü. Forestry Faculty Journal*, 43, Serie B (1–2): 103–110, İstanbul.
- Ata, C., 1992: *Silviculture*. KTÜ O. F. Publications, Trabzon, 101 str.
- Bayoğlu, S., 1989: A unharfull building technique on steep terrain, *Forest Eng. Journal*, 26 (12): 6–9, Ankara.
- Bayoğlu, S., 1996: Planning of forest transportation. *Y. Ü. Publ.*, 3941 (8): 169, İstanbul.
- FAO, 1985: *Logging and Transport in Steep Terrain*. Forestry Paper 14 Rev. 1, ISBN 92-5-102218-6, Rome, 333 str.
- Lucci, S., 1989: Logging on Steep Terrain in Relation to Soil Conservation: A Case Study In Southern Italy. *Proceedings of The Seminar On The Impact of Mechanization of Forest Operations to The Soil*, 11–15 September, 299: 310, Brussels.
- Packer, P. E., Christensen, G. F., 1977: *Guides for Controlling Sediment from Secondary Logging Roads*. USDA Forest Service, USA, 42 str.
- Yoshimura, T., Miyazaki, H., Acar, H. H., 1997: Application of A Tank Model to Forest Road Surface Flow. *Proceedings of The XI. World Forestry Congress*, 13–22 October 1997, 204, Antalya.

Adresa autora:

H. Hulusi Acar
Karadeniz Technical University
Forestry Faculty
Forest Engineering Department
61080 Trabzon
TURKEY
e-mail: hlsacar@risc01.ktu.edu.tr

Privlačenje drva u brdsko-planinskim prebornim šumama u Hrvatskoj – sadašnje stanje i mogući budućnosni razvoj

Tomislav Poršinsky, Ante P. B. Krpan, Marijan Šušnjar, Željko Zečić

Sažetak

Zbog utjecaja nagiba terena i sastojinskih prilika hrvatskih prebornih jelovo-bukovih šuma zglobni su traktor s vitlom i žičara najčešća sredstva za privlačenje drva. U raspravi je dan prikaz istraživanja rada zglobnoga traktora LKT 80 pri privlačenju jelove duge oblovine u tri inačice s obzirom na (ne)provedeno sekundarno otvaranje mrežom traktorskih putova pri različitim nagibima terena. Također je dan prikaz istraživanja iznošenja bukovih debala stupnom kamionskom žičarom Steyr KSK 16. Za udaljenosti privlačenja od 300 m utvrđeni su učinci, norme vremena i troškovi rada četiriju inačica:

1. inačica – privlačenje drva zglobnim traktorom LKT 80 u sastojini bez provedenoga sekundarnoga otvaranja s nagibom terena 19 – 38 %; 9,9 m³/h, 6,07 min/m³, 6,1 DM/m³
2. inačica – privlačenje drva zglobnim traktorom LKT 80 u sastojini s provedenim sekundarnim otvaranjem s nagibom traktorskoga puta do 36 %; 12,0 m³/h, 4,99 min/m³, 5,0 DM/m³
3. inačica – privlačenje drva zglobnim traktorom LKT 80 u sastojini s provedenim sekundarnim otvaranjem s nagibom traktorskoga puta do 25 %; 15,5 m³/h, 3,88 min/m³, 3,9 DM/m³
4. inačica – iznošenje drva stupnom kamionskom žičarom Steyr KSK 16 u sastojini bez provedenoga sekundarnoga otvaranja s nagibom terena 50 – 90 %; 9,5 m³/h, 6,31 min/m³, 13,0 DM/m³.

Obujam je tovara najveći u inačici 3 (6,8 m³), a zatim redom slijede inačica 2 (5,2 m³), inačica 1 (4,1 m³) te inačica 4 (2,1 m³). Za zglobni traktor LKT 80 primijenjeno je dodatno vrijeme od 20 %, dok je za žičaru Steyr KSK 16 dodatno vrijeme iznosilo 24 % od efektivnoga vremena.

Ključne riječi: privlačenje na nagibu, zglobni traktor, žičara, učinkovitost, troškovi

1. Uvod

Težina terena za izvođenje šumskih radova određuje mogućnost kretnosti vozila i ljudi (Mellgren 1980, Conway 1984, Berg 1992). Pri privlačenju drva u brdsko-planinskim prebornim šumama u Hrvatskoj najutjecajniji su čimbenici kretnosti po šumskom bespuću nagib terena, površinske prepreke te nosivost tla. Zbog izrazitoga utjecaja nagiba terena hrvatskih prebornih jelovo-bukovih šuma zglobni su traktor i žičara jedini izbor sredstava rada za privlačenje drva.

Danas u takvim teškim uvjetima rada od strojeva prevladavaju zglobni traktori opremljeni vitlima, čija je uporaba od 1970. godine praktično isključila žičaru kao sredstvo za rad. Daljnji razlozi današnje rijetke uporabe žičara u Hrvatskoj leže u prvom redu u

njezinoj visokoj nabavnoj cijeni, te višim troškovima rada u odnosu na zglobni traktor, ali i u zahtjevu za visoko organiziranom i uvježbanom skupinom poslužitelja.

Međutim, ekološke i estetske sastavnice suvremenoga gospodarenja šumama utiru put povratka iznošenju drva žičarama (Wästerlund 1996, Krpan 1997) zbog izostanka gaženja i zbijanja tla te oštećenja preostalih stabala u sastojini pri zračnom transportu drva uopće.

U ovom su radu prikazani neki rezultati istraživanja privlačenja drva zglobnim traktorom LKT 80 u sastojinama podjednakih nagiba terena s neprovedenim, odnosno provedenim sekundarnim otvaranjem mrežom traktorskih putova različita nagiba i

iznošenja drva stupnom kamionskom žičarom Steyr KSK 16 u uvjetima jelovo-bukovih prebornih šuma.

2. Metode i mjesta istraživanja

Rad zglobnoga traktora i stupne kamionske žičare istražen je metodom studija rada i vremena. Vrijeme rada oba sredstva za privlačenje drva podijeljeno je na radne sastavnice s unaprijed odabranim tzv. fiksaznim točkama, koje su odgovarale postavljenoj cilju istraživanja. Utrošci vremena trajanja radnih sastavnica snimani su povratnom metodom kronometrije uz snimak radnoga dana. Udaljenosti neopterećene i opterećene vožnje mjerene su mjernom vrpcom, nagibi terena i traktorskih putova padomjermom, dok su podaci o tovarima prikupljeni mjerenjem promjera i duljine svakoga pojedinoga komada obloga drva.

Dobiveni su podaci obrađeni matematičko-statističkim metodama uz primjenu osobnoga računala. Nakon provedene obradbe i analize podataka sintetizirani su rezultati istraživanja koji su prikazani u daljnjem tekstu.

2.1. Privlačenje drva traktorom LKT 80

Istraživanje rada privlačenja jelove duge oblovi- ne zglobnim traktorom s jednobubanjnim vitlom LKT 80 provedeno je u brdsko-planinskim uvjetima jelovo-bukovih prebornih šuma na području Šumarije Delnice, Uprave šuma Delnice. Istraživano je u dvjema sastojinama s nagibom terena do 40 %, s terenskim preprekama od kamenja i panjeva, na suhom tlu, s privlačenjem drva nizbrdo. Vozaču je traktora pri radu pomagao kopčar koji je izvlačio užu iz vitla te tzv. čokerima vezao i odvezivao trupce.

U prvoj sastojini (gospodarska jedinica Delnice, odjel 39) nije provedeno sekundarno otvaranje te se

traktor kretao po šumskom bespuću (inačica 1). Drvna zaliha odjela iznosila je 368 m³/ha, od čega je jele bilo 71 %, a ostalo je otpalo na bukvu. Intenzitet je stablimične preborne sječe iznosio 92 m³/ha, odnosno 58 stabala/ha. Obujam posječenoga srednjega kubnoga stabla iznosio je 1,59 m³, a prosječni razmak između oborenih stabala 13 m.

U drugoj sastojini (gospodarska jedinica Podvodenjak, odjel 21), u kojoj je provedeno sekundarno otvaranje, izgrađeni su traktorski putovi gustoće 90 m/ha, po kojima se kretao traktor pri radu. Traktorski su putovi raščlanjeni u dva razreda nagiba, i to do 36 % (inačica 2) i do 25 % (inačica 3) radi istraživanja utjecaja nagiba na učinkovitost rada zglobnoga traktora. Drvna je zaliha odjela iznosila 396 m³/ha, od čega je s 81 % sudjelovala jele, a ostalo je otpalo na bukvu. Sječna gustoća stablimične preborne sječe iznosila je 119 m³/ha, odnosno 45 stabala/ha, a obujam srednjega kubnoga stabla 2,64 m³. Prosječni je razmak između oborenih stabala iznosio 15 m.

2.2. Iznošenje drva stupnom kamionskom žičarom Steyr KSK 16

Istraživanje iznošenja bukova drva žičarom Steyr KSK 16 provedeno je na području Šumarije Drežnica, Uprave šuma Ogulin, u čistoj bukvoj sastojini jednodobnoga izgleda (odjel 23, gospodarska jedinica Bitoraj). Drvna zaliha odjela iznosila je 369 m³/ha, a srednji prsni promjer stabala 32 cm. Zbog nagiba terena sastojine od 50 do 90 % provedena je stablimična sječa intenziteta 59 m³/ha, odnosno 21. stablo/ha. Obujam je posječenoga srednjega kubnoga stabla iznosio 2,80 m³, a razmak između oborenih stabala bio je 22 m.

Pogonski stroj žičare postavljen je i sidren na pripremljenim proširenjima uz šumsku cestu, koja je izgrađena iznad sječine. Površina odjela pokrivena je s dva stajališta s kojih je razvedeno ukupno osam linija u lepezastom rasporedu.



Slika 1. Zglobni traktor LKT 80



Slika 2. Kamionska žičara Steyr KSK 16

Stabla su posječena motornom pilom, a zatim su okresane grane tanje od 10 cm. Takva je reducirana krošnja odvojena od debla, a deblo se ovisno o promjeru prepiljivalo na jednom ili na dva mjesta. Tako su se dijelovi krupnijih stabala po masi usklađivali s nosivošću žičare.

Nakon završetka neopterećene vožnje kolica se žičare zaustavljaju nad mjestom utovara, spušta se vučno uže koje radnik prihvaća i izvlači do tovara, koji se veže tzv. čokerima. Završetkom vezanja tovara, on se privlači okomito ili koso prema trasi žičare po tlu, a zatim djelomično ili potpuno odiže od tla i privlači po nosivom užetu do mjesta istovara. Na mjestu istovara tovar se spušta i odvezuje, a uže zatim odiže, nakon čega slijedi novi ciklus. Nakon micanja drva zglobnim traktorom s istovarne rampe na pomoćnom je stovarištu ono dorađeno uz odvajanje tehničkoga drva od ogrjeva. Žičaru su posluživala četiri radnika, od kojih su dvojica u sječini pripremala i vezala tovar, treći je odvezivao tovar na istovarnoj rampi, a četvrti je upravljao strojem. Međusobnu vezu i usklađivanje radnici su tijekom rada ostvarivali ručnim radijskim prijamnicima.

3. Rezultati istraživanja

Pregled prosječnih ostvarenih značajki rada istraživanih sredstava prikazan je sažeto u tablici 1.

Brzina je kretanja opterećenih kolica žičare 5,4 km/h i za 47,7 % je manja od brzine kretanja neopterećenih kolica (10,33 km/h).

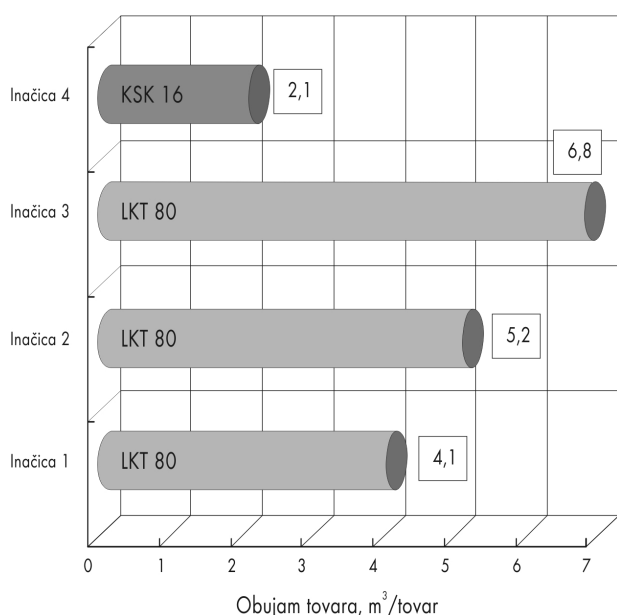
Prosječne brzine neopterećenoga traktora funkcioniraju su kretanja traktora po nagibu bespuća, odnosno kretanja traktora po izgrađenim traktorskim putovima različita nagiba. Najmanja prosječna brzina neopterećenoga traktora (3,26 km/h) ostvarena je pri kretanju vozila po traktorskom putu nagiba 36 %, dok je najveća (3,52 km/h) ostvarena pri kretanju vozila po traktorskom putu nagiba 25 %.

Prosječne su brzine kretanja opterećenoga traktora od 9 % do 21 % niže od prosječnih brzina neopterećenoga traktora, te na njih, osim već prethodno spomenutih čimbenika, djeluje i obujam tovara.

Utjecaj nagiba bespuća, odnosno izgrađenih traktorskih putova odrazio se na prosječne ostvarene obujme tovara (slika 3). Najmanji obujam tovara traktora (4,1 m³) ostvaren je u sastojini bez izgrađenih traktorskih putova s nagibom terena od 19 % do

Tablica 1. Neki rezultati istraživanja

	Žičara KSK 16	Skider LKT 80		
	sastojina bez traktorskih putova nagiba terena	gustoća traktorskih putova 90 m/ha nagib puta		
	80 % (50–90 %)	19–38 %	<36 %	<25 %
Neki rezultati istraživanja privlačenja drva				
Brzina neopterećene vožnje po bespuću, km/h	10,33	3,42	3,26	3,52
Brzina opterećene vožnje po bespuću, km/h	5,40	3,07	2,57	3,20
Rad na sječini, min/tura	4,41	6,27	5,00	6,48
Rad na pomoćnom stovarištu, min/tura	1,20	3,35	4,08	4,74
Faktor dodatnoga vremena	1,24	1,20	1,20	1,20
Obujam tovara, m ³ /tura	2,1	4,1	5,2	6,8
Prosječan broj komada u tovaru	2,7	5,0	4,1	5,5
Prosječan obujam komada, m ³ /kom.	0,79	0,82	1,27	1,24
Srednji promjer komada, cm	34	39	51	50
Srednja duljina komada, m	8,7	6,5	6,2	6,2
Norma vremena, učinkovitost i troškovi privlačenja drva (udaljenost privlačenja 300 m)				
Efektivno vrijeme, min/tura	10,69	20,75	21,61	21,96
Ukupno vrijeme turnusa, min/tura	13,25	24,90	25,93	26,35
Učinkovitost privlačenja, m ³ /h	9,5	9,9	12,0	15,5
Norma vremena, min/m ³	6,31	6,07	4,99	3,88
Trošak po jedinici, DM/m ³	13,2	5,9	4,9	3,8



Slika 3. Obujam tovara

38 %, dok je najveći ($6,8 \text{ m}^3$) ostvaren u sastojini sa sekundarnim otvaranjem traktorskim putovima nagiba 25 %.

Obujam tovara žičare od $2,1 \text{ m}^3$ posljedica je njezine ograničene nosivosti.

Utrošak vremena na sječini i pomoćnom stovarištu istraživanih inačica rada traktora kreće se u opsegu od 9,08 do 11,22 min/tura, dok je kod žičare utrošak tih skupina radnih operacija gotovo dvostruko niži.

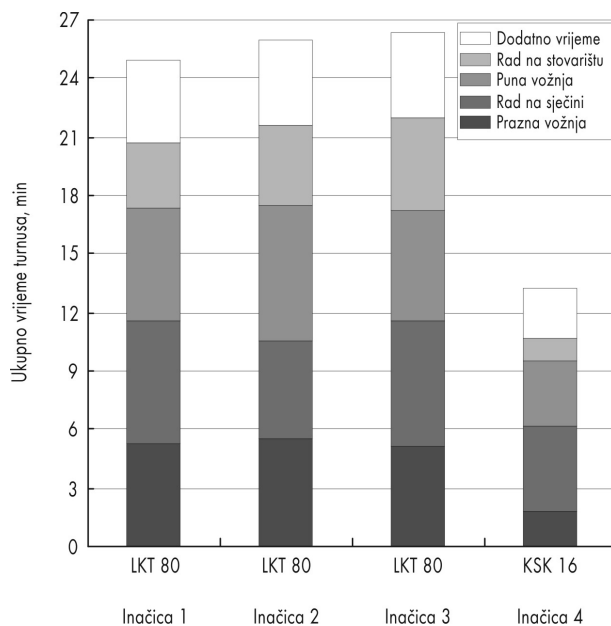
Za zglobni traktor LKT 80 utvrđeno je dodatno vrijeme od 20 %, dok za žičaru Steyr KSK 16 dodatno vrijeme iznosi 24 % od efektivnoga vremena.

Struktura utroška oblikovanoga ukupnoga vremena turnusa istraživanih sredstava rada za udaljenost privlačenja od 300 m prikazana je na slici 4.

Za promatrane inačice istraživanja traktora LKT 80 pri udaljenosti privlačenja od 300 m utrošak ukupnoga vremena turnusa kreće se u uskom rasponu od 24,9 min do 26,35 min.

Za istu udaljenost privlačenja utrošak vremena turnusa žičare KSK 16 ($13,25 \text{ min/tura}$) dvostruko je manji u odnosu na zglobni traktor.

Analizirajući podatke provedenih inačica istraživanja rada traktora LKT 80, uočava se mala različitost između utroška vremena turnusa, za razliku od prosječno ostvarenoga obujma tovara koji pokazuje značajne razlike ovisno o provedenom ili neprovedenom sekundarnom otvaranju sječina mrežom traktorskih putova odnosno o različitom stupnju nagiba izgrađenih traktorskih putova.



Slika 4. Utrošak vremena turnusa (udaljenost privlačenja 300 m)

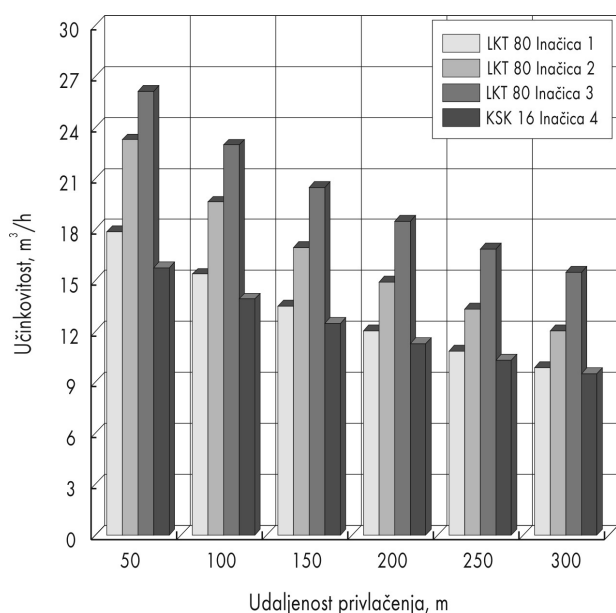
Nagib terena od 19 do 38 % bez izgrađenih traktorskih putova prouzročio je najmanji obujam tovara kod traktora ($4,1 \text{ m}^3/\text{tura}$), što je kod udaljenosti privlačenja od 300 m dovelo do norme vremena od $6,07 \text{ min/m}^3$ koja je jako blizu norme vremena istraživane žičare ($6,31 \text{ min/m}^3$).

Iz iznesenoga se može zaključiti da je utjecaj sekundarnoga otvaranja pri različitim nagibima terena, odnosno traktorskih putova na učinak rada traktora LKT 80 vidljiv ponajprije preko ostvarenoga obujma tovara. Ovisnost učinka o udaljenosti privlačenja drva žičarom KSK 16 i inačica privlačenja drva traktorom LKT 80 prikazana je na slici 5.

U sastojini s provedenim sekundarnim otvaranjem traktorskim putovima gustoće 90 m/ha , za udaljenost privlačenja od 300 m, učinkovitost je traktora LKT 80 za $5,6 \text{ m}^3/\text{h}$ veća privlačeći drvo po traktorskom putu nagiba do 25 % u odnosu na rad na traktorskom putu nagiba do 36 %.

Uspoređujući učinkovitost traktora LKT 80 i žičare KSK 16 pri radu u sastojinama bez izgrađenih traktorskih putova kod iste udaljenosti privlačenja uočljiva je mala razlika u učinkovitosti ($0,4 \text{ m}^3/\text{h}$) u korist zglobnoga traktora.

Za obračun troškova privlačenja drva primijenjena je planska kalkulacija izravnih troškova istraživanih radnih sredstava koju je izradilo JP »Hrvatske šume«. Prema navedenoj kalkulaciji trošak rada traktora LKT 80 kojega posluškuje dodatni radnik (kopčaš) iznosi $60,3 \text{ DM/h}$, dok je trošak rada žičare KSK 16 koju posluškuju četiri radnika $123,8 \text{ DM/h}$.



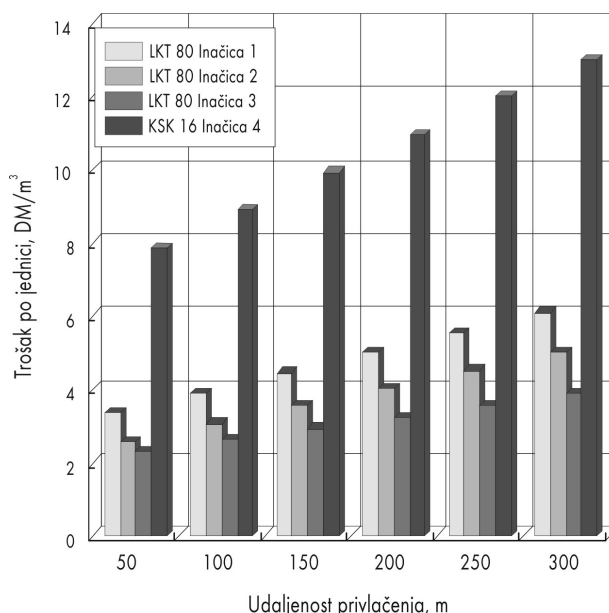
Slika 5. Ovisnost učinka o udaljenosti privlačenja

Na osnovi podataka o učinkovitosti rada (slika 5) i planskih kalkulacija traktora te žičare izračunati su troškovi privlačenja drva svih istraživanih inačica (slika 6).

Razlika u učinkovitosti istraživanih inačica rada zglobnoga traktora odrazila se i na troškove privlačenja drva. Ne treba smetnuti s uma da su u usporedbama rada zglobnoga traktora (inačice 2 i 3) prikazani izravni troškovi privlačenja drva (slika 5), bez troškova sanacije sastojina nakon završetka radova te troška izgradnje traktorskih putova. Prema dosadašnjim spoznajama (Grammel 1988) sveobuhvatni su troškovi privlačenja drva zglobnim traktorom i žičarom izjednačeni.

Isto tako, izgradnju sekundarnih šumskih prometnica ne bi trebalo promatrati kao jednokratni trošak u trenutku eksploatacije sječne jedinice, već ga je nužno sagledati kao srednjoročnu investiciju s obzirom na preborno gospodarenje ovim šumama i sječe u ophodnjicama od 10 godina.

Općenita spoznaja o višim troškovima rada žičare u odnosu na zglobni traktor potvrđena je i u ovom istraživanju. Unatoč gotovo istoj učinkovitosti žičare i zglobnoga traktora u sječnoj jedinici s neprovedenim sekundarnim otvaranjem (inačica 1) trošak privlačenja drva zglobnim traktorom je oko 55 % niži od troška iznošenja drva žičarom. Razlog dvostruko većemu trošku rada leži u visokoj nabavnoj cijeni žičare, ali i u trošku rada četveročlane skupine poslužitelja žičare koji sudjeluje s 53 % ukupnoga troška rada.



Slika 6. Ovisnost jediničnih troškova o udaljenosti privlačenja

4. Zaključci

U radu su prikazani rezultati istraživanja rada zglobnoga traktora LKT 80 i stupne kamionske žičare Steyr KSK 16 u uvjetima hrvatskih brdsko-planinskih šuma.

Uspoređen je rad zglobnoga traktora u sječinama s provedenim sekundarnim otvaranjem (gustoća 88 m³/ha) i u sječinama bez sekundarnoga otvaranja. Traktorski su putovi raščlanjeni u dva razreda nagiba (do 25 % i do 36 %). Također je uspoređena učinkovitost rada stupne kamionske žičare i zglobnoga traktora u sječini bez izgrađenih traktorskih putova.

Istražene su sljedeće eksploatacijske značajke radnih sredstava: obujam tovara, prosječne brzine kretanja, utrošci vremena rada na sječini i pomoćnom stovarištu te dodatno vrijeme.

Zglobni traktor LKT 80 pri privlačenju jelove oblovine ostvario je obujam tovara od 4,1 m³/tura u neotvorenoj sastojini do 6,8 m³/tura u sastojini s nagibom traktorskih putova do 25 %, dok je kod žičare Steyr KSK 16 obujam tovara (bukva) iznosio 2,1 m³/tura.

Brzina vožnje neopterećenoga zglobnoga traktora kretala se u rasponu od 3,26 km/h do 3,52 km/h, dok je kod žičare Steyr KSK 16 brzina kretanja neopterećenih kolica iznosila 10,33 km/h. Kod opterećene vožnje zglobnoga traktora brzine su kretanja od 2,57 km/h do 3,20 km/h, dok su se opterećena kolica žičare kretala brzinom od 5,4 km/h.

Kod žičare Steyr KSK 16 ostvaren je prosječno dvostruko manji utrošak vremena rada na sječini i pomoćnom stovarištu (5,61 min/tura) nego kod zglobnoga traktora, kod kojega se utrošak vremena ove skupine radnih sastavnica kretao u rasponu od 9,08 min/tura do 11,2 min/tura.

Za sve inačice rada zglobnoga traktora LKT 80 utvrđeno je jedinstveno dodatno vrijeme od 20 %, dok za žičaru Steyr KSK 16 ono iznosi 24 % od efektivnoga vremena.

Analizirajući učinkovitost rada zglobnih traktora pri istim udaljenostima privlačenja, utvrđeno je da je obujam tovara najznačajniji čimbenik razlika učinkovitosti i troškova privlačenja drva po istraživanim inačicama rada.

Rad stupne kamionske žičare Steyr KSK 16 i zglobnoga traktora LKT 80 u sječini bez izgrađenih traktorskih putova ne pokazuje značajne razlike u učinkovitosti, dok su troškovi iznošenja drva žičarom dvostruko veći u odnosu na troškove privlačenja drva zglobnim traktorom.

Unatoč većim jediničnim troškovima iznošenja drva žičare kao sredstvo za privlačenje drva imaju svoju budućnost u Hrvatskoj, pogotovo u sastojinama koje zbog nagiba terena ili nekih drugih značajki isključuju bilo koje drugo sredstvo za rad. Iznošenje drva žičarama ubraja se u okolišno prihvatljive postupke pridobivanja drva zbog izostanka gaženja i zbijanja tla te oštećenja preostalih stabala u sastojini.

5. Literatura

Baldini, S., Pollini, C., 1998: Interaction between network of services: Forestry and Wood harvesting systems. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, 17–22 June 1996, Sinnaia, Romania, FAO Rome, str. 337–341.

Berg, S., 1992: Terrain Classification System For Forestry Work. Forest Operations Institute »Skogsarbeten«, str. 1–28.

Bojanin, S., Beber, J., 1990: Ovisnost učinka o terenskim uvjetima kod privlačenja drva traktorom (Merchantable timber skidding output with tractors depending on terrain conditions). *Mehanizacija šumarstva*, 15(5–6): 83–86.

Bojanin, S., Krpan, A. P. B., Beber, J., 1988: Komparativno istraživanje privlačenja drva zglobnim traktorima u jelovim prebornim sastojinama sa sekundarnim otvaranjem i bez sekundarnog otvaranja (Comparative research of round timber skidding, by frame steered skidder, in fir selection forests, opened by skid trails, and without skid trails). *Mehanizacija šumarstva*, 13(1–2): 3–13.

Conway, S., 1986: Logging practices, Principles of timber harvesting systems. Miller Freeman Publications, 432 str.

Grammel, R., 1988: Holzernte und Holztransport. Verlag Paul Parey, Hamburg – Berlin, 242 str.

Heinrich, H., 1998: Recent developments on environmentally friendly forest road construction and wood transport in mountainous forests. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, 17–22 June 1996, Sinnaia, Romania, FAO Rome, str. 366–376.

Krpan, A. P. B., 1997: Poredba djelotvornosti žičare STEYR KSK 16 na brdskom terenu i ravnici (Vergleich der Wirksamkeit des Seilkrans STEYR KSK 16 am Steilhang und in der Ebene). *Mehanizacija šumarstva*, 22(2): 83–93.

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

Schlaghamersky, A., 1993: Feinerschliessung. Fachhochschule Hildesheim/Holzminiden, Fachbereich Forstwirtschaft in Göttingen, 146 str.

Staff, K. A. G., Wiksten, N. A., 1984: Tree harvesting Techniques. Martinus Nijhoff/DR W. Junk Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster, 371 str.

Trzesniowski, A., 1996: Forest engineering and technology in private forest enterprises. Proceedings FAO/Austria seminar on the economics and management of forest operations for countries in transition to market economies, 27 June – 3 July 1994, Ort/Gmunden, Austria, FAO Rome, str. 53–67.

Trzesniowski, A., 1998: Wood transport in steep terrain. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, 17–22 June 1996, Sinnaia, Romania, FAO Rome, str. 405–424.

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

Adresa autora:

Tomislav Poršinsky

Ante P. B. Krpan

Marijan Šušnjar

Željko Zečić

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za šumarske tehnike i tehnologije

Svetošimunska 25

10 000 Zagreb

HRVATSKA

e-mail: porsinsky@sumfak.hr

e-mail: krpan@sumfak.hr

e-mail: susnjar@sumfak.hr

e-mail: zecic@sumfak.hr

Odnos između terenskih i radnih uvjeta pri privlačenju drva zglobnim traktorima

Milan Mikleš, Jozef Suchomel

Sažetak

Model vjerojatnosti radnih uvjeta opisuje tijek rada ispitivanih sredstava prema predvidljivosti pojavljivanja promatranih radnih čimbenika. Radni čimbenici mogu biti više ili manje nesigurno (stohastički) zavisni ili nezavisni. Dije se prema mogućnosti opažanja i obujmu (kolikoći) modela vjerojatnosti zglobnoga traktora u dva dijela: uvjete terena (mikroreljef i makroreljef) i uvjete rada (smjer kretanja, tovar, udaljenost). U radu se pokušala pronaći veza između terenskih uvjeta i uvjeta rada u određenim granicama. Opažanja o radnim uvjetima, planiranju i organizaciji istraživanja točke su njegove možebitne primjene pri privlačenju drva.

Ključne riječi: privlačenje drva, zglobni traktor, vjerojatnosni model

1. Uvod

Model vjerojatnosti radnih uvjeta opisuje rad ispitivanoga stroja preko ukupnoga ponavljanja određenih radnih čimbenika. Radni čimbenici mogu biti stohastički, manje ili više slučajno ovisni ili neovisni.

Pri određivanju opsega modela vjerojatnosti u privlačenju drva skiderom radi ispitivanja radni su čimbenici podijeljeni u dva razreda:

- uvjeti terena (mikroprofil i makroprofil terena)
- uvjeti rada u užem smislu (trajanje rada, veličina tovara, udaljenost privlačenja).

2. Model vjerojatnosti radnih uvjeta

Model vjerojatnosti radnih uvjeta izvodi se iz niza pretpostavki. Uzme li se u obzir da su radni čimbenici oni koji opisuju radne uvjete x_1, x_2, \dots, x_n proizvoljne funkcije argumenta l i da je rad stroja istodobni ostvaraj tih čimbenika, tada je slučajnost da je »stroj spreman« (za rad) u j -im radnim uvjetima jednak slučaju u kojem su radni čimbenici x_1, x_2, \dots, x_n iz n dimenzionalnoga prostora D_j . Riječima tako sročen odnos može poprimiti sljedeći oblik vjerojatnosti:

$$P(\text{uvjeti rada } j) = P\{(x_1, x_2, \dots, x_n) \subset D_j\} = \iint \dots \int f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1, dx_2, \dots, dx_n (D_j)$$

U ovom izrazu $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ znači spajanje gustoće vjerojatnosti nasumičnoga vektora (x_1, x_2, \dots, x_n) .

Kod upoznavanja opisa modela vjerojatnosti stvarnih radnih uvjeta (neovisno radi li se o potpunom opisu propisa vezanih uz distribuciju vjerojatnosti ili samo o nekoliko značajki), »hipotetička jedinica trajanja rada« može se odrediti kao mogućnost drugoga, alternativnoga izbora uvjeta stvarnoga rada radi trajnosti modela prema prikazanim zahtjevima.

Definicija hipotetičke jedinice rada stroja može se prikazati »matricom«:

$$L_b \sim \begin{vmatrix} v_1 & \dots & v_2 & \dots & v_j & \dots & v_q \\ x_{11} & \dots & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1q} \\ x_{21} & \dots & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2q} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & \dots & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{iq} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & \dots & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{nq} \end{vmatrix}$$

Matrica je uzorak izrađen na temelju poznavanja odgovarajućega opisa zakonitosti distribucije radnih čimbenika $(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ i odgovarajuće vjerojatnosti učestalosti $v_j, j = 1, 2, \dots, q$. Primjenom matrice oblikovano će tehničko trajanje $L_{vyp} = \lambda \cdot l_b$ biti s vjerojatnošću koja se približava jedinici ili jednakosti tehničkom trajanju stvarnoga rada u radnim uvjetima. U prikazu će trajnosti veličine oštećenja traktora nakon testiranja $L_{sk} = \lambda \cdot l_b$ biti s vjerojatnošću koja se približava jedinici ili je jednaka oštećenju skidera pri stvarnom radu u radnim uvjetima i tijekom istoga trajanja rada.

3. Makroprofil terena

Makroprofil terena, ponajprije predstavljen njegovim nagibom, utječe na razinu opterećenja pogonskoga motora (uzrok je opterećenja uglavnom njegov kvazistatični središnji dio), sustava prijenosa snage i veličinu opterećenje podvozja, tj. opterećenje onih dijelova traktora koji su izvori pogonske energije ili koji ju prenose od izvora do mjesta dodira vozila s tlom. Utjecaj nagiba terena na krajnje radne značajke vozila, tj. njegovu vučnu značajku odnosno raspoloživu vučnu snagu $P_H = F_H \cdot v / 3,6$, može se prikladno primijeniti kroz značajku naprezanja vozila u radnim uvjetima. Pod navedenom značajkom naprezanja vozila razumijeva se odnos iskorištenosti (uočen ili izračunat) između vučne snage P_H (kW), radne brzine v (km/h), satne potrošnje goriva M_p (kg/h), jedinične potrošnje goriva pri vuči m_H (g kW⁻¹ h⁻¹) i uspona δ vučne snage F_H (kN) za sve stupnjeve prijenosa $i = 1, 2, \dots, n$, tj. međusobni odnosi navedenih veličina:

$$P_H, v, M_p, m_H, \quad d = f(F_H).$$

Pod vučnom silom F_H razumijeva se sastavnica rezultantne sile F u smjeru vuče (u slučaju kretanja po ravni – horizontalna komponenta, u slučaju kretanja na nagnutom terenu – komponenta paralelna s nagibom terena).

Potpuni proračun značajke naprezanja vozila može se izračunati ako su poznate ove značajke:

- smjer privlačenja u odnosu na vučnu silu F_H
- značajke frekvencije vrtnje motora s regulatorom, tj. odnos:

$$P_{er}, M_{ekr}, m_{ep} = f(n) P_j = \sup \{ P_{er}(n) \}.$$

- prijenosni odnosi za određene stupnjeve prijenosa mjenjača, »efektivni« polumjer r_h (m) kotača, težina vozila G (kN), mehanička korisnost m_t , koeficijent kotrljanja f i kut nagiba užeta (kut između rezultantne sile u užetu i smjera kretanja traktora β).

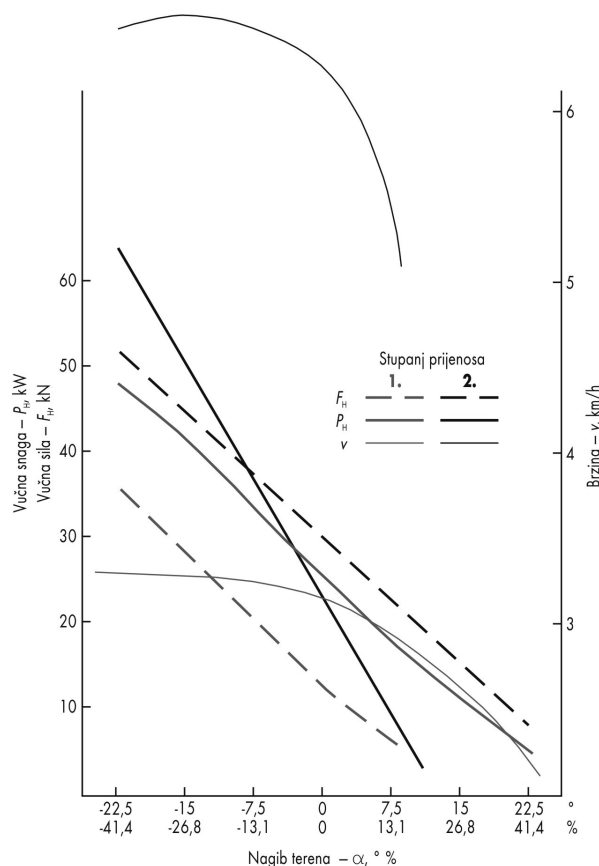
U značajki naprezanja vozila moguće je pratiti utjecaj nagiba terena i vrste tla na veličinu naprezanja vozila.

Može se ustvrditi sljedeće:

- U nekoliko se radova dokazalo da se koeficijent iskoristivosti prijanjanja pneumatika nije znatnije promijenio pri raznim radialnim opterećenjima pneumatika.
- Ako je poznat odnos $d = f(\mu)$ ili $\mu = f(d)$ određenoga traktora na ravnom terenu uz pretpostavku da se taj odnos neće znatnije promijeniti s promjenom osovinskoga opterećenja, može se relativno precizno odrediti vučna značajka traktora pri privlačenju drva na nagnutom terenu.

- Teorijska rješenja i praktična ispitivanja dokazala su da se značajka naprezanja traktora pri radu na nagibu (u smjeru nagiba terena kao i u smjeru slojnice terena) može odrediti na temelju poznavanja značajke naprezanja na ravnom terenu s dovoljno točnosti.
- Vučna se značajka traktora na nagnutom terenu smanjuje 2 – 6 % po stupnju nagiba terena.

Na temelju navedenoga značajka naprezanja skidera LKT 81 koji se kreće u smjeru nagiba terena uzima se kao standardni uvjet. Odabrani rezultati izračuna nalaze se u tablici 1 i na slici 1.



Slika 1. Ovisnost vučne snage P_H , vučne sile na valjcima vitla F_H i brzine v o nagibu terena (LKT 81, nagnuti teren, čvrsto tlo, kut nagiba užeta $\beta = 30^\circ$)

4. Mikroprofil terena

Iz utvrđenih činjenica izlazi:

- Mikroprofil se sa stanovišta odnosa između terena i vozila opojmljuje kao skupina površinskih neravnina tla koja uzrokuju vibracije.

Tablica 1. Najveće vrijednosti vučne snage i odgovarajućih vrijednosti brzine i vučne sile na valjcima vitla ovisno o nagibu terena i vrsti podloge pri kretanju skidera LKT 81 na nagnutom terenu (kut nagiba uzeta $\beta = 30^\circ$)

Vrsta podloge	Stupanj prijenosa/ Prijenosni odnos	Nagib terena		Vučna snaga	Brzina	Vučna sila
		α		P_H	v	F_H
		i		kW	km/h	kN
čvrsto tlo	1. $i_1 = 150$	22,5	41,4	5,03	2,18	8,21
		15,0	26,8	11,36	2,65	15,42
		7,5	13,1	18,11	2,91	22,42
		0	0	25,69	3,19	29,01
		-7,5	-13,1	33,22	3,24	36,88
		-15,0	-26,8	40,71	3,27	44,74
		-22,5	-41,4	47,99	3,29	52,46
	2. $i_2 = 81,77$	22,5	41,4	¹⁾	-	-
		15,0	26,8	¹⁾	-	-
		7,5	13,1	9,63	5,25	6,60
		0	0	22,45	6,35	12,73
		-7,5	-13,1	36,65	6,46	20,42
		-15,0	-26,8	50,93	6,57	28,28
		-22,5	-41,4	64,95	6,49	96,00
beton, asfalt	1. $i_1 = 150$	30,0	57,6	7,02	2,69	9,39
		22,5	41,4	13,18	3,24	14,63
		15,0	26,8	20,50	3,29	22,41
		7,5	13,1	28,54	3,53	29,09
		0	0	36,92	3,59	36,99
	2. $i_2 = 81,77$	30,0	57,6	¹⁾	-	-
		22,5	41,4	¹⁾	-	-
		15,0	26,8	8,06	5,41	5,36
		7,5	13,1	21,43	6,27	12,30
		0	0	36,73	6,75	19,59
	3. $i_3 = 49,72$	30,0	57,6	¹⁾	-	-
		22,5	41,4	¹⁾	-	-
		15,0	26,8	¹⁾	-	-
		7,5	13,1	11,19	9,30	4,33
		0	0	35,58	11,22	11,41

¹⁾ nedovoljna snaga pogonskoga motora

- Sa stanovišta deformacija pneumatik koji ima najmanju tvrdoću odnosno krutost je guma koja je istodobno dio gdje se najveći dio mehaničke energije vibracija uzrokovanih neravninama terena pretvara u toplinsku energiju te se utjecaj mikroprofila terena može utvrditi kao odnos gubitka snage u kotaču prema veličini površinskih neravnina tla.

Ispitivao se skider LKT 81. Prvo se ustanovilo nekoliko potrebnih značajki pneumatika. S obzirom na to da do sada nisu izmjerene značajke dopuštenih opterećenja guma LKT-a 81, parametri su utvrđeni sukladno kataloškim podacima proizvođača. U skladu

s navedenim koristile su se izmjerene geometrijske dimenzije gume 16,9/14-30 češke proizvodnje i kataloške vrijednosti iste vrste gume koju je proizveo DUNLOP, a koje su navedene u tablici 2.

U tablici su korišteni sljedeći simboli:

d – najveći promjer gume

r_s – statički polumjer gume (polumjer kod statičkoga, mirnoga opterećenja)

b – širina gume

T – dopušteno opterećenje gume

h_b – visina gume (razmak između ruba naplatka i vanjskoga oboda gume).

Tablica 2. Izabrani parametri pneumatika 16.9/14-30

Proizvođač	Tlak u gumi	Promjer gume	Statički polumjer gume	Širina gume	Dopušteno opterećenje gume	Visina profila gume
	p_i	d	r_s	b	T	h_b
	MPa	m	m	m	kN	m
BARUM	0,196	1,475 3	0,674 2	0,416	20,643	0,326
DUNLOP	0,196 133	1,473 2	0,660 4	0,429 2	24,222	0,325

Dobivene su ove vrijednosti:

$$c = 0,3697 \cdot 10^5 \text{ N/m}$$

$$K = 5,2155 \cdot 10^4 \text{ N/m}$$

$$\omega_0 = 13,2547 \text{ rad/s}$$

$$k = 3,936 \cdot 10^3 \text{ N s/m}$$

Sljedeći je korak nakon ispitivanja značajki pneumatika utvrđivanje snage »izgubljene« u gumi tijekom kretanja po neravnom terenu. Za harmonično kretanje po elastičnoj površini odnos deformacije h (kompresija) za sile oscilacije frekvencije ω_0 je sljedeći:

$$h = (t) = h_0 \sin \omega_0 t$$

gdje je h_0 maksimalna amplituda vibracije.

Prigušna se sila T_{il} za prionljivo prigušenje navodi kao:

$$T_{il} = kdh/dt = h_0 \omega_0 \cos \omega_0 t$$

Rad se u vremenu L_T i snaga N izražava kao:

$$L_p = \int_0^T T_{il} dh = \int_0^T k \omega_0^2 h_0^2 \cos^2 \omega_0 t dt$$

$$N_1 = L_T/T = \frac{1}{T} \int_0^T k \omega_0^2 h_0^2 \cos^2 \omega_0 t dt$$

gdje je $T = 2\pi/\omega_0$
a nakon integriranja

$$N_1 = k \omega_0^2 h_0^2 / 2 = K \omega_0 h_0^2 / 2$$

Rezultati izračuna za vrijednosti $h_0 = 3; 5; 7,62$ cm navedeni su u tablici 3. Vrijednost $h_0 = 7,62$ cm odgovara stanju kada kotač odskoči od tla. Za sve četiri gume na kotačima skidera ukupna izgubljena snaga izračunava se izrazom:

$$N_\Sigma = 4 \cdot N_1$$

Iz tablice 3 je vidljivo sljedeće:

- Apsolutna je vrijednost izgubljene snage u usporedbi sa snagom skidera mala.
- Iako su relativne razlike između vrijednosti izgubljene snage tijekom kretanja preko različitih površinskih neravnina značajne, njihova važnost opada u usporedbi s raspoloživom

snagom motora skidera, te je razlika u tom slučaju zanemariva, posebno jer ne postoji mogućnost da se ona pojavi.

Na temelju navedenoga može se, barem na prvi pogled, ustvrditi da utjecaj mikroprofila terena na gubitke u snazi stroja ima malo značenja, odnosno da je gotovo zanemariva.

Tablica 3. Vrijednosti apsorbirane snage u jednoj gumi (N_1) i četiri (N_Σ) gume ovisno o amplitudi vibracija

Amplituda vibracija	Apsorbirana snaga u jednoj gumi	Apsorbirana snaga u četiri gume
h_0	N_1	N_Σ
m	kW	kW
0,03	0,311	1,244
0,05	0,864	3,455
0,0762	2,006	8,025

5. Zaključak

Vjerojatnosni model radnih uvjeta opisuje rad ispitivanoga šumskoga skidera u obliku ukupnoga ponavljanja određenih radnih čimbenika. Radni čimbenici mogu biti stohastički gledano ovisni ili neovisni, a podijeljeni su u dvije grupe: terenski uvjeti (mikroprofil i makroprofil terena) i radni uvjeti (trajanje rada, veličina tovara, udaljenost privlačenja).

Makroprofil je terena ponajprije predstavljen nagibom terena. Utječe na režim rada motora, sustava prijenosa snage i opterećenja podvozja (šasijske), tj. opterećenje onih dijelova traktora koji su izvor energije i prijenosa energije od njezina izvora do mjesta dodira kotača vozila s tlom.

Uz poznate vučne pokazatelje i tehničke značajke skidera moguće je odrediti njegovo naprezanje pri radu na nagnutom terenu te utjecaj nagiba terena i vrste tla na veličinu naprezanja sastavnica skidera. Vučna se značajka skidera na nagnutom terenu smanjuje otprilike 2 do 6 % po stupnju nagiba terena.

Mikroprofil terena sa stanovišta odnosa između terena i vozila definira se kao skupina površinskih

neravnina tla koja uzrokuje vibracije vozila. Temeljem određivanja značajki pneumatika i vrijednosti vibracija gume uzrokovanih površinskim neravninama terena može se utvrditi utjecaj mikroprofila terena na gubitak snage na kotačima skidera pri privlačenju drva. Utjecaj je mikroprofila terena na gubitke vučne

snage u usporedbi sa snagom skiderskoga motora gotovo zanemariva.

6. Literatura

Mikleš, M., Danko, B., Holík, J., 1999: Teorija mobilných strojov. Technická univerzita vo Zvolene, 1–204.

Adresa autora:

Milan Mikleš
Jozef Suchomel
Department of Forest exploitation
and Mechanization
Technical University in Zvolen, Faculty of Forestry
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
SLOVAKIA

Šumske žičare u turskom šumarstvu

H. Hulusi Acar, Özgür Topalak, Habip Eroğlu

Sažetak

Turske se šume prostiru na 20,2 milijuna ha, od čega su oko 8,5 milijuna ha proizvodna šumišta na strmim terenima. Mnogobrojne su teškoće pri privlačenju drva u planinskim područjima Turske. Za rad na strmim terenima prikladnima su se pokazale pokretne žičare. Tako se pokretna žičara URUS M III, koja se može rabiti na većim izvlačnim duljinama, pokazala snažnijom, ali i skupljom u usporedbi sa žičarom Koller K 300. Šumska žičara Gantner ima veću proizvodnost na privlačnim duljinama preko 600 m, ali traži više vremena za postavljanje u odnosu na ostale žičare. Prosječni učinak žičare URUS M III bio je 3,7 m³/h na privlačenju drva četinjača. Na privlačenju bukovih trupaca URUS M III imao je prosječni učinak 3,4 m³/h. Na privlačenju drva žičarom Koller K 300 proizvodnost je bila 5,0 m³/h za drvo četinjača odnosno 4,8 m³/h za listače. Prosječno vrijeme i proizvodnost žičare Gantner bila je 4,9 m³/h. Prema rezultatima istraživanja vrlo je važno primjereno organizirati rad, povećati broj strojnih radnih dana godišnje, raditi 8 sati dnevno odmah nakon uspostavljanja radilišta te osigurati i odgovarajuće opremiti sve radnike.

Ključne riječi: Turska, strmi teren, izvlačenje drva, šumske žičare

1. Uvod

Šume koje pokrivaju 39,7 % svijeta sastoje se od 3,604 milijarde ha proizvodne šumske površine i 1,696 milijardi ha neproizvodne šumske površine. Od toga se šumišta u razvijenim zemljama nalazi 38 %, a u nerazvijenima 62 %. Proizvodnja je industrijskoga drva u svijetu 1990. dosegla 3,506 milijardi m³. Procijenjeno je da će do 2010. doseći 5,498 milijardi m³ (DPT 1995).

Šume u Turskoj pokrivaju oko 20,2 milijuna ha, od kojih je oko 8,5 milijuna ha proizvodne šumske površine, koje se pretežno nalaze na strmim terenima.

Potreba za drvnom sirovinom u Turskoj raste, a suprotno tomu šumske se površine ubrzano smanjuju. U gospodarenju šumom prometanje drvom razumijeva dosta tešku, skupu djelatnost micanja (privlačenja/izvlačenja) i skladištenja drva u samoj šumi koja zahtijeva prilično vremena. Taj se transport drva po šumištu, od sječine do pomoćnoga stovarišta, provodi na više načina. Šumski je transport važan problem i zadaća jer se traži što manji gubitak kakvoće i kolikoće drva te njegovo odvijanje s najmanjom mogućom mjerom oštećivanja sebe samoga i okoliša.

Najteži i najskuplji su problemi gradnje šumskih cesta, osiguravanja potrebnih strojeva za privlačenje

drva i uklanjanje tehničkih i gospodarskih prepreka radu tih strojeva. Nadalje, drugi su negativni učinci rastuća šteta na drveću i otežana obnova šuma za vrijeme transporta drva, erozija nastala zbog privlačenja, česte nesreće na radu, topografske i klimatske prepreke i osobito česti prekidi rada.

Pridobivanje je drva u šumarstvu vrlo važna i teška radnja koja se okoristila skorašnjim tehničkim razvitkom – posebno šumskih traktora i žičara. Potrebno je učinkovito se koristiti tehnikom u postupcima šumskoga transporta zbog rastućih teškoća u radu i teških terenskih uvjeta.

2. Načini transporta u šumarstvu

U Turskoj se pridobivanje drva izvodi uglavnom snagom ljudi i životinja. Razina je mehaniziranosti u razvijenim zemljama veća nego u Turskoj. U Austriji se 86 % radova na iskorištavanju šuma obavlja na nekoj razini mehaniziranosti, u Turskoj samo 9 %, iako šume u obje države imaju mnogo toga zajedničkoga (Acar 1998).

Mehanizacija kao rezultat tehnološkoga napretka donosi nove mogućnosti transporta šumskih proizvoda i cjelokupnoga iskorištavačkoga posla. Za privlačenje se danas u razvijenim zemljama koriste strojevi, a ne životinje (Topalak 1998).

Ručno gravitacijsko privlačenje po tlu provodi se vučom po tlu ili bacanjem i sklizanjem (spuštanjem). Ponekad drvo prenose šumski radnici.

Drvo se privlači uz pomoć životinja jednostavnom uporabom užeta za vuču s kukom. Kuka je lanca prikucana za trupac, dok je drugi kraj lanca zakačen za životinjski jaram. Na taj se način trupci vuku po tlu.

Drvo se izvlači i uporabom poljoprivrednih traktora s čeličnom užadi vitla. I šumski i poljoprivredni traktori uglavnom služe za izvlačenje trupaca uzbrdo. Također postoji i privlačenje po šumskim putovima te izvoženje s prikolicom.

Šumske su žičare potpuno drugačija tehnika iznošenja drva iz sastojine. Ručna je vuča po tlu ograničena obujmom trupca. Sklizanje je drva nizbrdo moguće na prikladnim terenima. Izvlačenje životinjama i traktorima ne dolazi u obzir na prevelikim nizbrdicama. U takvim je slučajevima moguće privlačenje žičarom i na kraćim udaljenostima nego da se radi isti posao traktorima. Složenije šumske žičare služe za transport šumskih proizvoda na udaljenostima od 300 do 2000 m. Ovisno o udaljenosti, privlačenje se žičarama dijeli u tri skupine:

- kratke udaljenosti (manje od 300 m)
- srednje udaljenosti (300 – 800 m)
- velike udaljenosti (više od 800 m).

S druge strane, ovo tehničko rješenje zahtijeva određene ekonomske i proizvodne uvjete. Postoje i jednostavniji načini kao što su gravitacijski žični sustavi i plastična točila.

3. Šumske žičare u Turskoj – rasprava

Problem iznošenja šumskih proizvoda iz sastojine javlja se zbog najžešćega povećanja potražnje za drvom nakon Drugoga svjetskoga rata. Kao rezultat tih događanja počela su istraživanja, što je donijelo razvoj s kojim je porasla i potreba za mehanizacijom.

FAO je došao u Tursku radi istraživanja 1960. Tada je taj odbor predložio uporabu žičara u planinskim područjima. Tako su njemačke, švicarske i austrijske tvrtke došle u Tursku, a tursko je ministarstvo šumarstva kupilo žičare od ovih proizvođača: Baco, Wyssen i Hinteregger (Acar 1998).

Iznošenje drva iz sastojina šumskim cestama ne bi dalo dobre ekonomske ni tehničke rezultate zbog nepristupačnosti terena u planinskim područjima. Žičare s pokretnim vitlima mnogo su korisnije u takvim uvjetima.

Danas se Koller K 300 kao šumska žičara za kraće udaljenosti, Urus M III kao srednja i Gantner kao šumska žičara za veće udaljenosti privlačenja drva koriste u turskim šumskim predjelima. Koller K 300 i



Slika 1. Šumske žičare koje se koriste u Turskoj: a) Koller K 300, b) Urus M III, c) Gantner

Urus M III uglavnom iznose sirovo drvo uzbrdo. Gantner se koristi za spuštanje nizbrdo, kao i vješanjem drva na noseće uže postavljeno na nizbrdici te iznošenje uz pomoć gravitacije.

Koller K 300 uglavnom iznosi ogrjevno drvo na kraćim udaljenostima, a Urus M III industrijske trupce na srednjim udaljenostima. Žičara Gantner ima kolica te uglavnom privlači listače i djelomično četinjače na većim udaljenostima. Izgradnja cesta za

Gantner je skuplja, katkada i nepotrebna. Ova se žičara ponekad koristi u paru ili u slijedu kada to zahtijevaju okolnosti.

Slijede rezultati nekih istraživanja ovih triju sustava u turskim uvjetima.

Transport se nizbrdo obavljao sa žičarom Koller K 300 na različitim terenima i nagibima područja sječe. Radilo se na terenima s nagibom 45 – 60 % i prosječnim nagibom uzeta 20 – 25 %. Utvrđene su sljedeće proizvodnosti: 4,997 m³/h, 4,775 m³/h i 4,620 m³/h (pov. 6,60 prm/h) pri transportu četinjača, listača i ogrjevnoga drva (Eroğlu 1997).

Za Urus M III utvrđena je tijekom izvlačenja iz sastojine proizvodnost od 3,724 m³/h na nagibu od 60 %. Rad se odvijao uz pomoć jednoga rukovatelja i dvaju šumskih radnika. Utvrđena je prosječna vrijednost pokusa po jednom radniku u smjeni od 0,836 m³/smjena. Tijekom izvlačenja bukovine utvrđena je proizvodnost od 3,432 m³/h.

Prosječne proizvodne vrijednosti za sustav Gantner iznose 2,269 m³/smjena (4,969 m³/h) nizbrdo na nagibu od 80 % i duljini trase od 1400 m. Pri tome je u radu sudjelovalo pet radnika: glavni rukovatelj, njegov pomoćnik, dva radnika na vezanju i jedan na odvezivanju tovara. Žičaru su pridržavala četiri stupa između početne i završne točke. Udaljenost je između potporanja u prosjeku bila 250 – 300 m, dok je njihova visina iznosila između 10 i 40 m (Acar i Erdas 1992).

Gantnerove su žičare snažne i značajne proizvodnosti. One su važni strojevi za iznošenje drva na većim udaljenostima. Ti se sustavi koriste i u paru ili u slijedu tamo gdje su udaljenosti veće ili je gustoća cesta malena. Trasa žičare mora biti pomno izabrana i to ponekad uskoga pojasa. Također mora biti postavljena na prikladnu visinu. Nosači se i kablovi održavaju periodično.

O svakom bi se od tih triju sustava trebalo raspravljati zasebno. Ipak je Urus M III snažniji od Kollera K 300. Utvrđeno je da je Koller K 300 prikladniji za iznošenje ogrjevnoga drva, a Urus M III različitih trupaca.

4. Zaključci i preporuke

Šumske su žičare potrebne turskomu šumarstvu za koje je tipičan strmi teren. Međutim, ti se strojni sustavi koriste samo u nekim planinskim područjima, posebice u Artvinu.

Proizvodnost je šumskih žičara u Turskoj zadovoljavajuća dok su u pogonu. Međutim, godišnja je iskoristivost ovih strojeva malena. Stoga se prije njihove uporabe mora pažljivo izraditi plan primjene na sječi i izvlačenju.

Općenito, pokretne se žičare Urus M III mogu postaviti i za veće udaljenosti. One su skuplje i snažnije od žičara Koller K 300.

Prednost je šumske žičare Gantner u tome da može biti postavljena na većim udaljenostima i da ne zahtijeva veliku gustoću šumskih cesta. Međutim, vrijeme je postavljanja ovoga sustava dulje.

Prema ovim se spoznajama predlaže sljedeće:

- Prvo je i najvažnije da se prije same sječe i izvlačenja iz sastojine izradi detaljan plan sječe (organizacija rada, smjer sječe itd.).
- Prije izvlačenja drva iz odjela žičarom sječa mora biti u potpunosti završena. Žičara ne smije čekati na pripremne radove.
- Prvo se izvlače proizvodi unutar samoga koridora žičare. Potom se izvlače ostali proizvodi s obje strane na udaljenosti od 20 m.
- Broj radnika za vezanje i odvezivanje trebao bi se povećati radi postizanja veće proizvodnosti šumske žičare. Također bi se iz istoga razloga trebalo koristiti više prihvatnika, tzv. žabica odnosno čokera.
- Pogonski stroj mora biti pomno izabran. Trupci naslagani uz šumsku cestu ne smiju ometati rad pogonskoga stroja, ili bi ih trebalo odvoziti kamionima s dizalicom.
- Popravak i održavanje žičare valjalo bi obavljati u zimskim mjesecima; time bi se donekle riješio i problem osoblja koje rukuje s tim skupim strojevima. Također, upoznavanje s radnim tehnikama treba teći u doba godine kada nema iskorištavačkih radova.
- Pri kupnji žičara valja izabrati strojeve s mogućnošću privlačenja drva u oba smjera (uzbrdo i nizbrdo).
- Utjecaj žičara na potrajno gospodarenje šumama trebao bi se ustanoviti ekološkim i ekonomskim istraživanjima.

5. Literatura

Acar, H., Erdas, O., 1992: Artvin Yöresinde Uzun Mesafeli Vinçli Hava Hatları ile Orman Yolları Alternatiflerinin Bölmeden Çikarma Açısından Kiyaslanması (Comparison on the Transport from Compartment of Forest Products by the along Distance Winch Skylines and the Forest Road Alternatives in Artvin Region). TUBITAK Journal of Agriculture and Forestry, 16: 549–558, Ankara.

Acar, H., 1998: Transport Tekniği ve Tesisleri Ders Notları (Transport Techniques and Foundations). KTU Forest Faculty Publication, 56, Trabzon, 240 str.

DPT, 1995: VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu (VII. The Report of Specialization Commission for the Seventh Plan for Five Years). Ankara.

Eroğlu H., 1997: Artvin Yöresinde Bölmeden Çıkarma Çalışmalarında Koller K 300 Kısa Mesafeli Orman Hava Hattının Teknik ve Ekonomik Yönden İncelenmesi (Technical and Economical Analyses of Short Distance Koller K 300 Yarder for the Studies on Transport of Compartment in Artvin Region). KTU Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, 132 str.

Topalak, Ö., 1998: Torul Orman İşletme Müdürlüğü Alacadağ Orman İşletme Şefliğinde Mekanizasyon İhtiyacının Belirlenmesi (Torul Directorate of Forest District, Alacadağ Forest District, Definition Level of Mechanization During The Production Operation). KTU Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, 118 str.

Adresa autora:

H. Hulusi Acar
Özgür Topalak
Habip Eroğlu
Karadeniz Technical University
Forestry Faculty
Forest Engineering Department
61080 Trabzon
TURKEY
e-mail: hlsacar@risc01.ktu.edu.tr

Stanje, problemi i budućnost iskorištavanja šuma u ukrajinskim planinskim uvjetima

Anatolij Sabadir, Sergij Zibcev

Sažetak

U radu se prikazuju dob i struktura karpatskih gospodarskih šuma, godišnji etat, vrste šumskih zahvata, stanje zakonodavstva kao normativnoga temelja za gospodarenje u planinskim šumama, načini rada i strojevi koji se koriste u iskorištavanju šuma. Nadalje se raspravlja o mogućoj promjeni pristupa gospodarenju planinskim šumama u karpatskoj regiji, o uvjetima razvoja održivoga korištenja planinskih šuma u Ukrajini, kao što su uvođenje gospodarskih poticajnih mjera za primjenu ekološki pogodnih načina rada u planinskim uvjetima, promjena pravila u svezi s uvozom šumskih strojeva, smanjenje poreza na prodaju i poreza na dobit tijekom razvoja naprednih vrhunskih postupaka, te razvoj zakonodavstva i sustava nadzora za osiguranje ekološke zaštite tijekom šumskih zahvata.

Ključne riječi: ukrajinski Karpati, načini pridobivanja drva, planinska šuma

1. Opće značajke ukrajinskih planinskih šuma

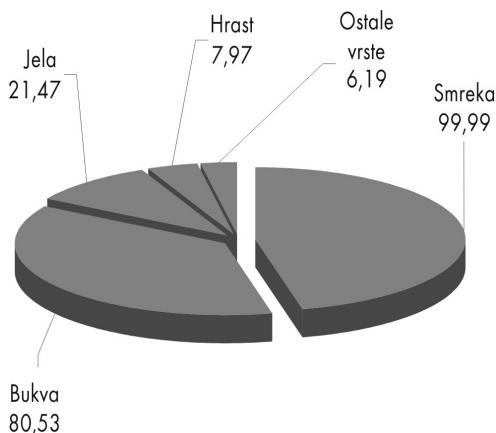
Karpati su najveće područje planinskih šuma u Ukrajini s važnom ulogom osiguranja sirovine drvnoprerađivačkoj grani. Šumište u toj regiji pokriva 37 % teritorija, koje se kreće između 40 % i 96 % u različitim područjima. Šume rastu na visini od 400 m do 1600 m nadmorske visine. Glavni se dio drvnih zaliha nalazi na padinama 12 – 35 %.

Važna značajka klimatskih uvjeta okolja su obilne oborine koje godišnje dosežu 600 – 2000 mm. Dio se tih oborina izlijeva velikom jačinom, uzrokujući eroziju tla, klizišta i poplave. U tim je uvjetima zaštitna zadaća planinskih šuma od oborinske vode izuzetno važna i neposredno ovisi o poštivanju ekoloških zahtjeva zaštite tijekom šumskih zahvata.

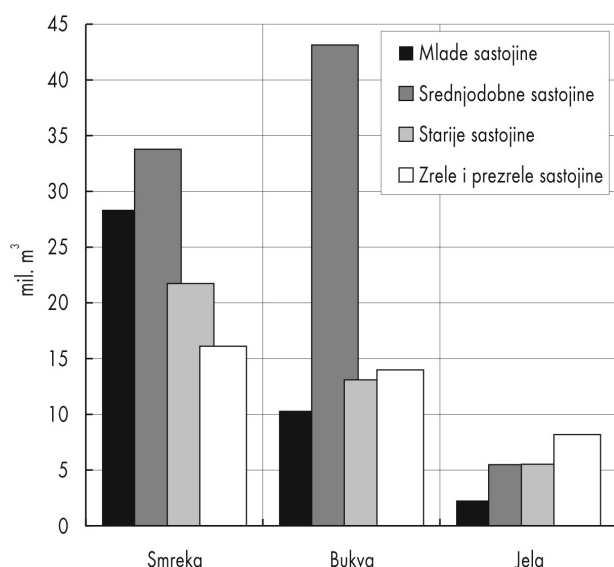
Šume ukrajinskih Karpata imaju veliku gospodarsku i društvenu važnost na regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Na prilično malom području planinskih šuma ukrajinskih Karpata – 17,7 % od ukupne površine šumskoga zemljišta Ukrajine, oko 40 % je usredišteno tehnički zrelih šuma. Karpatske planinske šume protežu se na 1392 tisuće ha, od kojih 862,6 tisuća ha otpada na gospodarske šume (1. i 2. skupine). Najvažnija su područja planinskih šuma Zakarpatska i Ivano-Frankivs'ka oblast s 349,3, odnosno 240,4 tisuća ha šuma, L'vivs'ka sa 180 tisuća ha i Černivec'ka oblast s 92,5 tisuća ha.

Drvena zaliha u iskoristivim šumama, koje čine oko 62 % karpatskih šuma, uglavnom se sastoji od smreke (46 %), bukve (37 %), jele (10 %) i hrasta (4 %) (slika 1).

Prema dobnoj strukturi u smrekovim i bukovim šumama prevladavaju mlade i srednjodobne sastojine, koje obuhvaćaju 62 – 67 %, dok je udio zrelih i prezrelih sastojina samo 16 – 17 %. To je rezultat intenzivne sječe (2 do 3 propisana godišnja etata) tijekom ratnih i poratnih godina, sve do 1960. (slika 2).



Slika 1. Razdioba ukupne drvene zalihe u gospodarskim planinskim šumama (zajedno prva i druga skupina) po vrstama, u milijunima kubnih metara (stanje 1. 1. 1996)



Slika 2. Razdioba ukupne drvene zalihe u gospodarskim planinskim šumama (zajedno prva i druga skupina) po dobnim razredima

70-ih i 80-ih godina dvadesetoga stoljeća obujam dovršne sječe odgovara godišnjemu propisanom etatu, što je poboljšalo starosnu strukturu planinskih šuma.

2. Obujam i struktura sječe u regiji

U prošlosti godišnji etat nije bio u potpunosti korišten, tek 83 – 85 % (tablica 1). Osnovni je razlog nedostatak ili manjak strojnih rezervnih dijelova i tehničkoga održavanja kao posljedica ekonomske nestabilnosti i preustroja financiranja proračuna. Po-najprije su se sjeke lako dostupne i jeftinije sječine u podnožju ili nizini. Sječa je teško dostupnih planinskih šumskih područja s rijetkom cestovnom mrežom u pravilu gospodarski neisplativa i dolazi na red posljednja.

U svim se planinskim područjima za prodaju uglavnom dobiva smrekovo i bukovo drvo (tablica 2), od 91 do 96 %. Ostatak se osigurava od jelovine (Zakarpatska i Ivano-Frankivs'ka oblast) i hrastovine.

Učinak šumske sječe na okoliš ovisi o načinu sječe. Područja i drvena zaliha, koja ovisi o različitim vrstama sječe, prikazani su u tablici 3.

Tablica 1. Dinamika sječe u državnim šumarskim poduzećima

Ostvareni etat	1970.	1975.	1980.	1985.	1990.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.
Godišnji propisani etat, mil. m ³	5,49	5,39	5,39	6,00	6,00	5,16	5,22	5,26	5,29	5,27
Ostvareni etat, mil. m ³	6,03	5,38	5,64	5,92	5,79	4,66	4,42	4,49	4,34	4,41
Udio ostvaraja etata, %	110	100	105	99	97	90	85	85	82	84

Tablica 2. Prodano drvo, 10³ × m³

Oblast	Gospodarske vrste				Ukupno
	Smreka	Bukva	Jela	Hrast	
Zakarpatska	607,9	578,1	27,0	19,0	1241,9
Ivano-Frankivs'ka	347,7	159,2	30,3	18,2	637,7
Černivec'ka	354,4	103,0	0,0	35,5	794,0
L'vivs'ka	163,7	89,8	0,0	26,6	563,2
Ukupno	1473,7	57,3	99,3	930,1	3236,8

Tablica 3. Raspodjela godišnjih sječa po područjima i drvnj zalihi

Tip sječe	Stvarni obujam sječe			
	Po drvnj zalihi		Po površini	
	10 ³ × m ³	%	10 ³ × ha	%
Dovršni sijek				
Čista sječa	1010,3	67,3	4,28	70,0
Preborna sječa	491,9	32,7	1,83	30,0
Ukupno	1502,2	100	6,11	100
Uzgojni zahvati				
Preborna sanitarna sječa	381	35,2	36,6	56,6
Prorede mladih sastojina	20,5	1,9	15,5	24,0
Prorede srednjodobnih i uskoro zrelih sastojina	180,8	16,7	9,9	15,3
Sanitarna čista sječa	355,2	32,8	1,8	2,8
Opodna sječa	144,9	13,4	0,9	1,4
Ukupno	1082,4	100	64,71	100

U dovršnoj sječi prevladava čista sječa, 67 – 70 %, uzrokujući golemu štetu okolišu. Godine 1999. područje na kojem je izvedena čista sječa obuhvaćalo je oko 4,28 tisuća ha ili oko 0,4 % iskoristivih planinskih šuma. Ostala je dovršna sječa, oko 30 %, obavljena djelomičnom i selektivnom (grupimičnom) sječom. Među ostalim načinima sječe povezanim s gospodarenjem šumom najčešća je sanitarna sječa (60 – 68 %) i održavanje sastojina različitih vrsta (18 – 39 %). U drugim šumskim područjima primjenjuje se opodna sječa radi obnove.

3. Zakonodavstvo

Najvažniji su zakonski propisi u svezi sa sječom planinskih šuma:

1. Nalog za raspodjelu šuma u grupe s utvrđivanjem stupnja njihove zaštite i označivanja vrsta drvene zalihe (1995)
2. Odredbe o glavnoj sječi u šumama (1995)
3. Odredbe o obnovi i podizanju šuma (1996)
4. Odredbe o sekundarnim drvnim sirovinama i korištenju nedravnoga materijala u šumama (1996)
5. Odredbe o sječi drveća povezanoj s gospodarenjem šumama i ostalim vrstama sječe (1996).

Osnovni su zahtjevi u svezi sa sječom u planinskim šumama sljedeći:

- Svi korisnici složenih zahvata šumske sječe moraju ih izvesti tako da isključe ili ograniče negativni učinak na drveće, tlo, skupljališta vode i sl. te ostale prirodne objekte.
- Na padinama nagiba 21° – 35° privlači se drveće potpuno ili djelomično podignuto od tla, a treba koristiti i privlačenje životinjama. Stabalna je metoda iskorištavanja u planinskim uvjetima zabranjena.
- Trenutačno se zahvati za potrajnu obnovu šuma obavljaju u snježnom razdoblju godine. Nakon završetka sječe područje sječine s oštećenim tlom ne bi trebalo prelaziti 15 %.

Osnovni nedostatak radnih normativnih propisa ima za posljedicu primjenu čiste sječe i privlačenja drva gusjeničnim traktorima u razdoblju bez snijega. Osim oštećivanja šumskoga okoliša smanjuje se i šumska proizvodnost. Nesavršeni sustav protumjera i kazni za sječu šuma u planinskim šumama, nedostatak učinkovitih sustava nadzora o udovoljavanju zahtjeva ekološke zaštite tijekom šumskih zahvata te sankcija za utvrđeno kršenje također igra važnu negativnu ulogu.

Katastrofalno visoke vode u Zakarpatskoj oblasti u studenome 1998. privukle su pozornost javnosti i vlasti na načine sječe u planinskim šumama. Kao rezultat toga 1999. godine ukrajinski je parlament (*Verhovna rada*) donio Zakon o mirovanju čiste sječe u jelovo-bukovim šumama na planinskim padinama karpatske regije.

Zakon zabranjuje dovršnu sječu u šumama iznad 1100 m nadmorske visine, u područjima s rizikom od lavina i blatnih bujica te u zonama zaštite šumskih voda. Također je zabranjena čista sječa u jelovo-bukovim šumama na padinama nagiba preko 21° . Na padinama nagiba do 21° dopuštene su samo selektivne, postupne i uske čiste sječe na sječini od 3 do 5 ha (1. skupina šuma).

Širina uske čiste sječe ne bi trebala premašivati 50 m. Duljina se prostiranja sječine mjeri vodoravno. Zakon također omogućuje potpuni prijelaz na uporabu kotačnih traktora, rad životinjama i žičarama do 2005. godine. Do 2010. gustoća mreže šumskih cesta s poboljšanom čvrstom posteljicom treba dostići 10 km na 1000 ha.

4. Planiranje radnih zahvata u planinskim šumama

Radni se postupci planiraju u skladu s *Pravilima o dovršnoj sječi u ukrajinskim šumama* (1995). Prema tom propisu planiranje se sječe sastoji od ovih dijelova:

- određivanja obujma i karaktera pripremniha radova, tehnike šumskih zahvata i čišćenja sječine, načina pošumljavanja sječine, dok su prethodno određene količine obnove vrijednih vrsta koje će se zadržati tijekom sječe
- sječa i dulja strana sječine trebaju biti usmjereni protiv prevladavajućih vjetrova ili opasnih vjetrova koji pušu prema gore duljom stranom preko padine
- napravljena je tehnološka kartica koja sadrži proizvodni ciklus šumskih zahvata na sječini, sadrži podatke o opremi, vlakama, vrstama šumskih postupaka (sječa, kresanje grana, potrebno manje premještanje, krojenje, sortiranje, uhrpavanje, utovar, čišćenje sječine), slijedu postupaka na različitim sječinama, mjerama u svezi sa zaštitom na radu, sprječavanjem erozije tla i ostalim negativnim pojavama.

U praksi se ta pravila ne primjenjuju u potpunosti pri sječi planinskih šuma. Razlog leži u nezadovoljavajućem materijalnom položaju korisnika šume i nedostatku ekološki pogodnih šumskih strojeva.

Nova tehnika planiranja prije sječe u planinskim šumama, koja se temelji na računalno podržanim postupcima, razvijena je na Ukrajinskom državnom sveučilištu za šumu i tehniku. Ona uključuje kompleksnu procjenu prirodnih stanja sječine i ekološke učinke sječe, omogućujući stvaranje računalne baze podataka na temelju *Arc View GIS 3.0* i optimiranje mreže šumskih cesta, vlaka za privlačenje, načine pridobivanja drva (Bibluk i dr. 2000).

5. Postupci pri dobivanju drva u planinskim šumama

Promjene su postupaka sječe u planinskim šumama tijekom prošloga stoljeća ozbiljno utjecale na ekološke i proizvodne zadaće šuma. Povijesno gledajući, način rada koji se obično primjenjuje za šumske zahvate u planinskim šumama do 50-ih godina

dvadesetoga stoljeća i koji se temeljio na životinjskoj i ljudskoj snazi, imao je mali učinak na sastojinu, tlo, planinske potoke i rijeke. Sastojao se od privlačenja konjima, ručnoga utovara i sortiranja, spuštanja drva do ceste posebno opremljenim linijama – točilima i sanjkama, prijevoza drva uskotračnom željeznicom ili splavima po rijekama.

Od pedesetih godina, zbog prelaska na neki način industrijsko utemeljeno gospodarenje šumama u Karpatima, započelo je osnivanje složenih drvnih poduzeća – tzv. šumskih kombinata. U tim je složenim poduzećima bilo kombinirano pošumljavanje, uređivanje šuma, sječa, te preradba drva i izradba drvnih i nedravnih proizvoda. To je dovelo do prelaska iz tradicionalno niskih proizvodnih šumskih zahvata u pojedinim regijama do novoga sustava sječe teškom mehanizacijom.

Najnapredniji je od njih bio sustav privlačenja žičarom, neškodljiv za okoliš. Međutim, od 70-ih do 80-ih godina dvadesetoga stoljeća broj se radnih sustava žičara u planinskim šumama znatno smanjio. U posljednjim je desetljećima prevladalo privlačenje traktorima gusjeničarima i danas se 85 % do 100 % drva privlači na taj način (tablica 4).

Godine 1995. umjesto ustrojena 3 udruženja šumsko-drvnoprerađbene industrije osnovane su 3 oblasne šumarske uprave u državnoj regionalnoj administraciji i državnom poduzeću za gospodarenje šumom. Sve su šume u državnom vlasništvu prebačene na gospodarenje državnim šumskim poduzećima. Glavni su djelatni ciljevi novih šumarskih poduzeća uređivanje šuma, gospodarenje lovom i upravljanje nedravnim djelatnostima te zaštita šuma. Dovršna sječa nije obavezna vrsta njihove djelatnosti.

Zbog znatnoga pogoršanja gospodarskoga stanja u tranzicijskom razdoblju državna poduzeća za šume nisu mogla osigurati u potpunosti plan pridobivanja drva. Kao izlaz iz te situacije dovršna je sječa dopuštena ostalim, nedržavnim korisnicima šuma. Sada, kao rezultat toga pristupa, dovršnu sječ u Karpatima uglavnom obavljaju nedržavni korisnici šuma, koji su 1999. godine posjekli preko 90 % doznačenoga drva za sječ u Zakarpatskoj oblasti te 60 – 70 % u Černivec'koj i Ivano-Frankivs'koj oblasti.

Tablica 4. Struktura radnih sredstava za privlačenje drva pri pridobivanju drva 1950–1995, % (Badera i dr. 1997)

Sredstvo za privlačenje	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	1995.
Traktori	10	21	45	63	73	87
Žičare	20	48	40	27	17	3
Konji, ručno	70	31	15	10	10	10
Ukupno	100	100	100	100	100	100

Nedržavni se korisnici šuma mogu podijeliti u 2 skupine: 1) *dionička društva* nastala nakon privatizacije bivših šumarskih kombinata; njih obilježava prisutnost stručnoga osoblja, te prilično istrošena tehnika za sječ, uglavnom domaće proizvodnje, 2) *nespecijalizirane organizacije* za sječ šuma koje zapošljavaju radnike na određeno vrijeme, unajmljujući specijaliziranu tehniku. Radnici svih vrsta poduzeća prolaze posebnu obuku, zatim dobivaju dopusnicu za državni nadzor zaštite pri pridobivanju drva. U oba slučaja ostaje oštećena sastojina i okoliš na sječinama nakon iskorištavanja kao posljedica primjene neodgovarajućih zahvata šumske tehnike.

Nedržavni korisnici šuma često krše zahtjeve zaštite okoliša tijekom šumskih radova. U sprječavanju takva narušavanja nužno je odrediti izostalo potrebno planiranje radova prije sječe, izbjegavanje sječe u razdoblju bez snježnoga pokrivača, mijenjanje prevladavajućega privlačenja gusjeničnim traktorima. Postojeće stanje inače uzrokuje oštećenje približno 83 – 96 % pomlatka glavnih vrsta, narušavanje listinca te uništavanje pokrova tla. Korištenje gusjeničnih traktora za privlačenje u čistim sječama uzrokuje uklanjanje 150 – 500 m³/ha sloja plodnoga tla. Loši je posljedak nakon čiste sječe ometanje prirodnoga pomlađivanja sječine.

Stupanj djelovanja šumskih postupaka na okoliš ovisi neposredno o gustoći mreže šumskih prometnica u planinama. Trenutačno je cestovna mreža nedvojbeno nedovoljna u razmatranom području. Tako je gustoća šumskih cesta u Zakarpaću 0,6 – 0,7 km na 100 ha šume, a optimalno je za dane uvjete 1,5 – 2 km na 100 ha.

Danas se primijenjuju sljedeći načini rada u dovršnoj sječi i čistoj sanitarnoj sječi u planinskim šumama:

- *Deblovna metoda*: motorno-ručna sječa – ručno kresanje grana – privlačenje traktorom gusjeničarem (debala ili stabala) – odlaganje na pomoćnom stovarištu – utovar kamionskom ili samohodnom dizalicom – prijevoz debala kamionima
- *Sortimentna metoda*: motorno-ručna sječa – ručno kresanje grana – krojenje motornom pilom – privlačenje traktorom gusjeničarem (na nagibima 12° – 14° i kotačnim traktorima) odnosno životinjama ili žičarom – utovar dizalicom – prijevoz kamionima za trupce.

Za *prorede* srednjodobnih i gotovo zrelih sastojina te *selektivnu sanitarnu sječ* u planinskim šumama primijenjeni su ovi postupci:

- motorno-ručna sječa – ručno kresanje grana – krojenje motornom pilom – privlačenje traktorima gusjeničarima (rijetko s kotačnim traktorima) ili životinjama do traktorskih vlaka – privlačenje

– odlaganje i uhrpavanje – utovar sa samohodnom ili kamionskom dizalicom – prijevoz kamionima za trupce

- motorno-ručna sječa – ručno kresanje grana – krojenje motornom pilom – privlačenje žičarom – transport kamionima za trupce.

Za čišćenje i prorjeđivanje u planinskim šumama koriste se sljedeći načini rada: motorno-ručna sječa – privlačenje ručno ili životinjama – odlaganje na pomoćnom stovarištu.

Ovodobni šumski postupci, tehnika za pridobivanje drva i načini sječe koji se trenutačno primjenjuju u planinskim šumama uglavnom imaju negativan učinak na drveće, tlo, pomlađivanje, hidrološko stanje planinskih potoka i rijeka. Mnogi su razlozi za takvo stanje, ali treba istaknuti ove čimbenike: gospodarska kriza, umjerene institucijske reforme u ukrajinskom šumarstvu, gubljenje međudržavnih trgovačkih veza s proizvođačima specijalizirane šumske tehnike za iskorištavanje, smanjenje razine državnog nadzora sječe u planinskim uvjetima i drugo.

Istodobno, u Ukrajini je dobro razvijena teorijska osnova za primjenu ekološki pogodnih šumskih postupaka u planinskim šumama te nužni sustav strojeva za održivo gospodarenje. Vodeće su organizacije u tom području ukrajinski Institut za istraživanje planinskoga šumarstva, ukrajinski Institut za dizajn u drvenoj industriji, Ivano-Frankivs'ki i L'vivs'ki institut dizajna drvne industrije, ukrajinsko Državno sveučilište za šumarstvo i tehniku, L'viv, poduzeće za istraživanje i proizvodnju »Ukravtramaš«, L'vivs'ki dizajnerski konzorcij za inženjering.

6. Tehnika pridobivanja drva u planinskim uvjetima

U šumarskim poduzećima u državnom vlasništvu moraju se obavljati specijalizirani postupci šumske sječe s opremom koja udovoljava zahtjevima zaštite okoliša, jer ta poduzeća obavljaju svu sječu

povezanu s gospodarenjem šumama i oko desetinu površne sječe. Npr., 1999. godine državna su šumarska poduzeća obavila sve šumske poslove u Karpatima na približno 66 – 67 tisuća ha. Prisutnost šumskih strojeva u državnim šumarskim poduzećima prikazana je u tablici 5. Dani podaci potvrđuju da se šumski zahvati u planinskim uvjetima temelje na korištenju traktora gusjeničara i motornih pila (25 – 50 % proizvedenih u Njemačkoj i Švedskoj).

Od traktora gusjeničara najčešće se koriste TDT-55 mase 10 – 12 t, vučne sile vitla 65 kN i tlaka na tlo od 52 kPa. TDT-55 može raditi na većini padina u Karpatima. Na ravnim padinama koriste se kotačni traktori, kao što su LKT-80, LKT-120, T-157. Međutim, njihov je udio malen. Traktori su jako istrošeni; 40 – 76 % tih je traktora starije od 8 – 10 godina.

Žičare i vitla rijetki su i nemaju važnu ulogu. Od četiri sustava žičara dva su proizvedena u Austriji, a dva su domaća – TL-4 i LS-2-500. U Zakarpatskoj se oblasti koriste TL-5 i UCT-3.2. Neki su od razloga zašto se žičare koriste tako rijetko u cjelokupnom pridobivanju drva sljedeći:

- Proizvodnost je izvlačenja 2 – 3 puta manja od privlačenja traktorom.
- Velike su udaljenosti privlačenja u Karpatima. U dovršnoj je sječi prosječna udaljenost privlačenja između 1,5 i 2,5 km, prosječno 1,3 – 2,2 km. U udaljenim područjima s rijetkom cestovnom mrežom udaljenost privlačenja može doseći 5 km.
- Nedostatak je što nema vlastite industrijske proizvodnje žičara. Prema procjeni za planinska je ukrajinska područja potrebno 210 – 240 transportnih sustava žičara. Jedna trećina trebale bi biti stacionarne, a ostale mobilne. Prema procjeni korisnici žičara u šumi trebaju 19 – 23 milijuna grivnja (3,5 – 4,2 milijuna US \$). Prosječni je trošak sustava žičara koji se proizvodi u Ukrajini manji od 100 tisuća grivnja (18,2 tisuća US \$), a cijena je uvezenih 80 – 120 tisuća US \$.
- Nedostaje stručno osoblje za rad žičarama.

Tablica 5. Oprema za iskorištavanje šuma u državnim šumarskim poduzećima u 1999. (broj jedinica strojeva na tisuću m³ etata)

Tip opreme	Oblast					
	L'vivs'ka		Ivano-Frankivs'ka		Černivec'ka	
	kom.	kom./ 10 ³ × m ³	kom.	kom./ 10 ³ × m ³	kom.	kom./ 10 ³ × m ³
Gusjenični traktori	771	2,52	92	0,25	75	0,19
Motorne pile (uključujući i uvozne)	715 (360)	2,34	391 (127)	1,08	228 (50)	0,56
Kamioni za trupce	104	0,34	68	0,19	85	0,21
Električne pile	37	0,12	14	0,04	18	0,04
Žičare	3	0,01	1	0,00	-	-
Vitla	-	-	3	0,01	-	-

- Uvođenje je prenosivih sustava žičara ograničeno nedostatkom šumske cestovne mreže koje bi omogućile pristup žičara neposredno na sječinu i privlačenje stabala bez ponovnog utovara.

Trenutačno je razvijena brojna posebno konstruirana tehnička oprema koja osigurava ekološki prikladne zahvate u ukrajinskim planinskim šumama:

- motorna pila »Motor – Sich« s frekvencijom vrtnje od 200 s^{-1} ($12\,000\text{ min}^{-1}$) i mase 7,8 kg
- adaptirani traktor TL-30, 9 kN, 4×4 , mase 2700 kg
- šumski industrijski traktor
- pokretni sustav žičara za privlačenje debala i trupaca na osnovi traktora MTZL-82, T-150K, s duljinom užeta 400 – 500 m, nosivosti od 16, 32 i 50 kN
- toranjski sustav žičara za privlačenje trupaca, duljine užeta od 1000 m i bočnoga privlačenja 50 – 75 m
- kombinirani sustav žičara duljine užeta do 2000 m, nosivosti 32 kN i proizvodnosti od $80\text{ m}^3/\text{d}$
- izvoženje drva forvarderom (modeli 4×4 i 6×6) s hidrauličnom dizalicom nosivosti između 35 i 110 kN
- mobilni sustavi za predusretnu zaštitu od požara i od kukaca. Izrađen je lagani avion korisne nosivosti do 400 kg i posade od 2 člana, koji je prošao probne vožnje, za nadzor širenja požara i podržavanje osnovne zaštite od požara u Ukrajini.

Posebnom odlukom Ukrajinske vlade o uvođenju 155 kotačnih traktora, 95 žičara i 95 specijalizira-

nih strojeva za rukovanje drvom planiran je za sječu šuma u Zakarpaću do 2010. godine trošak od 32,4 mil. grivnji.

Glavni su sljedeći zadaci u preustrojtstvu usmjereni na osiguranje održivoga gospodarenja u planinskim šumama:

- uvođenje sustava za pružanje gospodarskih poticaja i primjenu okolišno pogodnih šumskih postupaka
- ukidanje carinskih pristojbi i poreza na dodanu vrijednost, te smanjenje poreza na dobit tijekom razvoja vrhunskih tehnologija.

Potrebno je riješiti brojne zakonodavne probleme, učiniti investicije privlačnima i usmjeriti se na praćenje troškova za održavanje zaštitnih funkcija karpatskih šuma. Ti se problemi mogu riješiti samo u zajedništvu s europskim stručnjacima.

7. Literatura

Bibluk, N., Styranivs'ky, A., Adamovs'ky, M., et al., 2000: Bases of planning of technological processes forest harvesting with use of computer technologies. Wood business, N 1, 2000, 14 –17.

Badera, I. S., Martynciv, M. P., Udovic'ky, A. N., 1997: Development of environmentally sound forest technologies and mechanisms for harvesting mountain forests. Wood business, N 3, 1997, 14–16.

Adresa autora:

Anatolij Sabadir
State committee of forest management of Ukraine
Kreshchatik 5
252601 Kiev
UKRAINE

Sergij Zibcev
Kyivska Forest research station
Buchmy 8
Kiev 02152
UKRAINE
e-mail: yyy@mlg.kiev.ua

Najnovija dostignuća ergonometrije u šumarstvu

Marjan Lipoglavšek, Frits J. Staudt

Sažetak

Potreba se za primjenom dostignuća ergonometrije u šumarstvu razlikuje širom svijeta. Ona ovisi o stanju tehnološkoga razvoja u šumarstvu, ali i o životnom standardu stanovništva pojedine zemlje. U nekim zemljama ergonomija mora rješavati probleme potrošnje energije i prehrane pri različitim ručno obavljanim poslovima, dok je u drugima to psihičko opterećenje operatera na visoko mehaniziranim i računalno podržanim poslovima koji mogu rad učiniti nemogućim. Ergonomska istraživanja moraju pomoći u rješavanju najrazličitijih problema. Nekada se ergonomija u mnogim slučajevima bavila problemima neovisno o proizvodnim zadacima, dok danas mora biti uključena u sve tehnološko-organizacijske osnove posla, a ne samo uz rad strojeva. Ergonomija mora imati dugoročne ekonomske učinke i za zaposlene i za poslodavce. Međunarodna je suradnja potrebna ponajprije na tri polja: u izradbi priručnika za ergonomsko oblikovanje rada, u razradi novih metoda za procjenu ergonomskih pokazatelja prikladnosti šumske mehanizacije te u promidžbi potvrđivanja (certifikacije, licenciranja ...) osposobljenosti i izobrazbe radne snage.

Ključne riječi: ergonomija, oblikovanje rada, mehanizacija

1. Uvod

Od početka 20. stoljeća ergonomija se postupno uvodi u šumarstvo. Započelo se nakon Prvoga svjetskoga rata s fiziološkim studijama i studijama proizvodnosti u odnosu na oblik i konstrukciju (ručne) pile, kao i hodačem i izvlačenjem drva iz šume. No, tek se nakon Drugoga svjetskoga rata ergonomska istraživanja u šumarstvu razvila u svim svojim različitim granama, uključujući organizaciju i psihologiju rada. Na pragu novoga tisućljeća postavlja se pitanje postoje li još uvijek nove zadatke ergonometrije u šumarstvu i koje su to? Na to pitanje nije lako odgovoriti. Prije toga treba definirati ergonomiju.

Ergonomija se bavi proučavanjem, zamislima, usavršavanjem te ostvaravanjem i primjenom u kojem radnom djelovanju, osobito onom s radnim alatima, a s primijenjenim metodama i zadacima, te radnom okolicom i organizacijom rada na takav način da osigura za djelatnike optimalnu djelotvornost, sigurnost, zdravlje i prilikom djelovanja i održavanja društveno-tehničkih sustava.

(Priređivač prijevoda prenosi i jednostavnije opojmljenje ergonometrije iz *Rječnika stranih riječi* V. Anića i I. Goldsteina, Novi liber, Zagreb, 2005: *ergonomija* je

ukupnost znanstvenih disciplina koje se bave proučavanjem radnih uvjeta čovjeka, njegovim prilagođavanjem tim uvjetima i prilagođavanjem strojeva čovjeku.)

Razmatranjem te definicije doći će se do zaključka da u sljedećem tisućljeću ergonomija ima opsežan zadatak glede opće dobrobiti, profesionalnoga zdravlja, sigurnosti i učinkovitosti. Ali, ergonomske se problemi i rješenja značajno razlikuju od države do države, među ostalim, i ovisno o životnom standardu stanovništva i dostupnosti tehnike odnosno proizvodnih postupaka i kapitala.

2. Regionalni trendovi

2.1. Zemlje u razvoju

U mnogim su zemljama u razvoju sada u velikoj mjeri prisutni problemi, a postojat će i u predvidivoj budućnosti. Prehrana i zdravlje šumskih radnika još će uvijek biti problem. Pri mnogim poslovima šumski će rad i dalje biti pretežak, a fizička je kondicija mnogih šumskih radnika daleko od poželjne. Zadaća će ergonometrije u tom slučaju biti razvoj dodatnih prehrambenih programa, bolja organizacija rada i uvođenje alata i opreme koji čine šumski rad lakšim i

sigurnijim. U tom svjetlu trebalo bi obratiti pozornost na razvoj osobne zaštitne opreme – OZO (engl. *personal protective equipment* – PPE), kao što su kacige, odjeća i zaštitna obuća. Oprema koja se trenutno rabi nastala je u sjevernim zemljama i nije prikladna za uporabu u tropima. Na primjer, trebalo bi posvetiti pažnju boljem provjetravanju kaciga i zaštitne obuće. U Australiji i Južnoj Africi provedeno je na tom području istraživanje koje bi trebalo nastaviti.

2.2. Razvijene zemlje

U razvijenim europskim i američkim zemljama poboljšanje karakteristika motornih pila, koje je predmetom istraživanja mnogih studija, i dalje će teći, dok će se istraživanja usredotočiti na okolišno, sigurnosno i zdravstveno motrište. Ipak, istraživanje će se sve više i više usredotočiti na mehanizaciju pridobivanja drva, kao i na društveno-tehničke sustave u njihovoj ukupnosti. Postoje dva razloga za razvoj u tom smjeru. *Prvi* je razlog sve manja ulaganja u razvoj zbog gubitka probitačnosti, jer poskupljuje postignuće poboljšanja na motornim pilama. *Drugi* je razlog potreba za većom razinom mehaniziranosti; kao rezultat viših plaća i potrebom što većega učinka motorne se pile zamjenjuju raznim strojevima za sječu i izradbu (ponajprije harvesterima i procesorima). No, još će uvijek s ergonomskoga stajališta postojati potreba za razvitkom jednostavne motorne pile s daljinskim upravljanjem (na primjer kao dijela složenih strojeva za sječu i izradbu).

Zbog zainteresiranosti za mehanizaciju u iskorištavanju šuma istraživanja će se usredotočiti na vrhunsko računalno podržane strojeve. Rad s tim strojevima može prouzročiti nekoliko problema. S jedne strane ograničenja pokreta cijeloga tijela može izazvati njegovo preopterećenje, dok s druge strane previše jednostranih pokreta pojedinih dijelova tijela može dovesti do ozljeda zbog ponavljajućega opterećenja odnosno napora, te kao posljedicu tzv. ozljedu ponovljenoga napora – OPN (engl. *repetitive strain injury* – RSI). Nadalje, pojedini ponavljajući (monotoni) zadaci koji zahtijevaju višu razinu koncentracije mogu izazvati psihički stres. Stres također mogu prouzročiti dugi radni dan, mala zarada, visoki strojni troškovi i dodatna odgovornost izvođača radova, ako je on vlasnik i jedini namještenik (operator) tvrtke (tzv. *jednočlana tvrtka*). U budućnosti će se pri oblikovanju i primjeni cijelih radnih sustava pokloniti mnogo više pozornosti problemima vibracija i buke nego tehničkim pojedinostima.

2.3. Istočnoeuropske tranzicijske zemlje

Treću skupinu zemalja koje valja razmotriti kada se promišlja buduća uloga ergonomije u šumarstvu čine istočnoeuropske zemlje u tranziciji. U tim je dr-

žavama šumarstvo karakterizirano mnoštvom malih novonastalih poduzeća, te starim i novim šumoposjednicima koji izvode radove bez potrebnoga znanja, bez prikladnih alata i zaštitne opreme. Kako izbjeći »silaznu spiralu loše ergonomije i sigurnosti« (Staudt i Lipoglavšek 1998), također je problem koji bi trebala riješiti ergonomija. U prvom je redu na vladama da uvedu nove zakone, odredbe i inspekciju rada radi podržavanja propisa. Radnici, poslodavci i ostale nevladine organizacije morat će pratiti vladine mjere.

To podrazumijeva dobru suradnju vlada i nevladinih organizacija. Šumarska su poduzeća također dužna razvijati ergonomiju i politiku sigurnosti na radu. Naposljetku će postojati velika odgovornost glede istraživanja, obrazovanja, uvježbavanja i širenja spoznaja. U idućem tisućljeću sve bi uključene strane u zemljama u tranziciji trebale uspostaviti djelotvorne organizacije koje se bave zdravljem profesionalnih radnika, te utemeljiti službe zaštite i sigurnosti na radu.

3. Važni predmeti budućih istraživanja

3.1. Jednostavni i složeni radni sustavi

Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina 20. stoljeća mnoga su ergonomska i sigurnosna istraživanja bila usmjerena na poboljšanje radnoga alata i strojeva kojima rukuje jedna osoba. Ali, kada su radni sustavi postali složeniji društveno-tehnički sustavi koji uključuju skupni rad, smjene koje se preklapaju itd. – istodobno postajući prevladavajućim oblikom sustava – ergonomija dobiva šire određenje. Ergonomija mora biti uključena u tehnološko i organizacijsko oblikovanje cjelokupnoga radnoga procesa te mora pridonositi svim novim postupcima sve dok tehnološka rješenja ne postanu radno prikladna i dok ne dobiju čvrstu ergonomsku podršku. To čini primjenu ergonomije skupom i katkada može obeshrabriti poslodavce glede ulaganja u ergonomske mjere.

3.2. Raščlamba gospodarne djelotvornosti

Isplate li se ergonomske mjere? U određenim (početnim) razvojnim stupnjevima procesa *ergonomizacije* očito je da se ergonomija isplati. Teorijski će se stići do razdoblja u kojem dalji razvoj ergonomije neće biti probitačan zbog njezine novčane prezahvatljivosti. U šumarstvu većine zemalja taj je slučaj još daleko od stvarnosti. Unatoč tomu praksa je pokazala da i poslodavci i zaposlenici moraju biti uvjereni u isplativost ulaganja u ergonomiju. Stoga je jedna od novih zadaća ergonomije osmisliti metode utvrđivanja ovisnosti dobrobiti koje donosi razina ergonomi-

je u ovisnosti o trošku takva razvoja, a sve da bi se dokazala kratkoročna i dugoročna isplativost i dobrobit ergonomske mjera radi upravljanja i poduzetništva stvaralaca razvojnih smjernica. Trebali bi se razviti ergonomske modeli koji bi predviđali dobrobiti primijenjene ergonomije. Trenutni modeli nisu dovoljno pouzdani. Zasada je tek moguće odrediti jedino troškove, ali ne i ostvarene dobrobiti (Morssink 1996).

3.3. Analize rizika

Složenost radnih sustava ima posljedicu glede rizika i sigurnosti osoblja i procesa. Rast pažnje posvećene analizama rizika i uzrocima nesreća postajat će sve bitnijim u budućim istraživanjima šumarskih poduzeća u novom tisućljeću.

U operacijskim sustavima razlikuju se tri tipa pogrešaka: tehničke, organizacijske i izvedbene. Tehničke je i organizacijske greške razmjerno lako riješiti; za njih postoje tehnička i organizacijska rješenja. Izvedbeni ili ljudski čimbenik je nepredvidljiv i nepouzdan.

Tzv. blisko izvješće (engl. *Near Miss Reporting* – NMR) način je koji može biti korišten radi jasnijega sagledavanja ljudskoga čimbenika i izloženosti riziku. Zbog veće učestalosti mogućih nesreća od onih stvarno dogođenih NMR pridonosi boljemu razumijevanju analize rizika.

Van der Schaaf je (1992) izradio razredbeni model greške sustava, koji može biti vrlo koristan pri analizama rizika u šumarstvu. O tom je razredbenom modelu javno raspravljao Staudt (1998).

4. Važan budući smjer kretanja

Šumski se rad uvelike razlikuje od uobičajenoga industrijskoga rada. Radni okoliš i klima nikad nisu optimalni i podložni su naglim promjenama. Štoviše, šumarski alati i oprema koriste se u mnogim različitim uvjetima širom svijeta. Iz toga slijedi potreba za posebnim šumarskim ergonomskim priručnikom – jedan o *istraživačkim postupcima* i drugi o *oblikovanju radnoga postupka*. Priručnik ne može pružiti konkretno rješenje za svaki slučaj, ali mora opisati jednostavne, a katkada i sofisticirane ergonomske postupke za razglobu i oblikovanje alata i radnih uvjeta pri šumskom radu te preporučiva moguća rješenja.

Ergonomske provjerne liste (engl. *Ergonomic checklists*) koje daju dva oprečna (dihotomska) odgovora »da« – »ne«, nisu dovoljno precizne za procjenu novih strojeva i opreme. Potrebna je nova metodologija za procjenu ergonomske karakteristika u više koraka i s više kriterija nego što ih sada ima (Gellerstedt 1995, 1996). Nedavno je švedski *SkogForsk* objavio

dopunjeno izdanje *Ergonomskih smjernica za šumsku mehanizaciju* (Frumerie 1999). Ta bi knjiga mogla zamijeniti nedostajajući ergonomski priručnik u šumarstvu.

Nove metode procjene mehanizacije u šumarstvu trebale bi dobiti posebnu pažnju. Jer, mehanizacija je proces koji utječe na *produktivnost poduzeća*, na *dobrobit radnika* i na *održivost šumskoga ekosustava*. Šume su vrlo ranjive, novi su veliki strojevi vrlo skupi i složeni, stoga su nužni vrhunsko podučeni radnici radi izbjegavanja oštećivanja sastojine, strojeva i samih sebe odnosno svojih sudionika u radu. Sustav potvrđivanja (certifikacije) i ovlaštenosti (licenciranja) radne snage i poduzeća te sve uporabljene opreme može pridonijeti učinkovitosti, sigurnosti i potrajnomu gospodarenju u šumarstvu (Garland 1998). Valjalo bi provesti više akcija koje će promovirati potvrđivanje u šumarstvu, ne samo glede gospodarenja šumama nego i u smislu ergonomski prihvatljivih radnih uvjeta.

5. Literatura

- Frumerie, G. (ed.), 1999: Ergonomic guidelines for forest machinery. Rev. ed., 85 pp., Skogforsk, Uppsala.
- Garland, J. J., 1998: Accreditation, certification and licensing of the forestry workforce. In: *Caring for the forest: Research in a changing world*. Proc. of the ergonomic papers and posters presented during the XXth IUFRO World Congress in Tampere, Finland 1995, Sub-department of Forestry, Wageningen University.
- Gellerstedt, S., 1996: Ergonomic guidelines for forestry machinery. IUFRO P.3.03.00 Work-Shop, Garpenberg.
- Gellerstedt, S., 1998: Revision of the ergonomic checklist for forest machinery. In: *Caring for the forest: Research in a changing world*. Proc. of the ergonomic papers and posters presented during the XXth IUFRO World Congress in Tampere, Finland 1995, Sub-department of Forestry, Wageningen University.
- Morssink, J. C. M., 1996: Arbeidsomstandigheden en ergonomie: Kosten of investeringen. *Tijdschrift voor Ergonomie*, December 1996.
- Staudt, F. J., 1998: Participation in ergonomics and safety. In: *Caring for the forest: Research in a changing world*. Proc. of the ergonomic papers and posters presented during the XXth IUFRO World Congress in Tampere, Finland 1995. Sub-department of Forestry, Wageningen University.
- Staudt, F. J., Lipoglavšek, M., 1998: Ergonomic research in a changing world. In: *Improving working conditions and increasing productivity in forestry*. Seminar Proceedings of Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training. Banská Štiavnica.
- Van der Schaaf, T. W., 1992: Near miss reporting in the chemical industry. Dissertation thesis, Technical University University of Eindhoven.

Adresa autora:

Marjan Lipoglavšek
Biotehniška fakulteta
Univerza v Ljubljani
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Večna pot 83
1001 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: lipo.marjan@bf.uni-lj.si

Frits J. Staudt
Department of Forestry
Wageningen University
P.O. Box 342
NL-6700 AH Wageningen
NETHERLANDS
e-mail: frits.staudt@alg.bosb.wau.nl

Okolišni stres i vozačevo ergonomsko opterećenje tijekom privlačenja skiderima Woody 110 i Belt GV 70

Robert Robek, Mirko Medved

Sažetak

Studija je nastala na osnovi usporednoga istraživanja dvaju šumskih skidera (zglobnika) pri privlačenju drva na dubokom smeđem tlu pod nadziranim uvjetima radi utvrđivanja okolišnoga stresa i ergonomske opterećenja radnika. Pokus sa zbijanjem tla pokazao je da su oba skidera uzrokovala značajne promjene u fizičkoj strukturi tla. Štete koje je uzrokovao hidrostatski pogonjeni skider (Woody) opremljen uskim gumama bile su nakon 8 prolaza tek neznatno manje u usporedbi sa skiderom s mehaničkim prijenosnikom (Belt). Tijekom privlačenja praćena je emisija ispušnih plinova (CO i NO) iz obaju traktora, a istodobno su zapsivani i otkucaji vozačeva srca. Prosječna potrošnja goriva te emisija ispušnih plinova za pojedine šumske radnje, kao i po obujmu privučenoga drva, bila je mnogo manja kod Woodyja nego pri uporabi Belta. Također, pri istoj vrsti posla broj je otkucaja radnikova srca bio viši prilikom korištenja skidera Belt. Razgloba je istodobnih događanja potvrdila da je uporaba Woodyja okolišno i ergonomske prihvatljivija s obzirom na zadane parametre i uvjete.

ključne riječi: okoliš, pridobivanje drva, skideri, tlo, emisija ispušnih plinova, ergonomija, otkucaji srca

1. Uvod i ciljevi istraživanja

Šumski su skideri konstruirani za privlačenje drvnih sortimenata po šumskim vlakama i nepristupačnom terenu. Tijekom privlačenja drva preostala živa stabla moraju ostati netaknuta, šumsko tlo što očuvanje, a potrošnja goriva i emisija ispušnih plinova što manji. Neki od navedenih uvjeta mogu se ostvariti uvođenjem suvremene mehanizacije, a ostali se mogu postići razvojem prikladnih radnih postupaka i odgovarajućom izobrazbom radnika (Košir 1994).

Radnik koji upravlja skiderom i koji obavlja ostale poslove u vezi s privlačenjem drva ima ključnu ulogu unutar sustava, jer način na koji upravlja traktorom ima utjecaj na stanje samoga radnoga vozila, ali i na okoliš. Uspješnijim se obavljanjem rada postižu i bolji rezultati. S obzirom na to da kakvoća i količina izvršenoga rada uvelike ovise o radnikovu stresu, nužno je u istraživanje o pojedinostima proizvodnoga postupka uključiti studij utjecaja rada, strojeva i radne okoline na radnika. Privlačenje je drva fizički iznimno naporan posao te je stoga mjerenje

(broja) radnikova otkucaja srca prikladan način za istraživanje razine stresa (Martinić 1994). Radnikov stres izražen preko otkucaja srca rezultat je niza različitih svojstava skidera, radnoga napora i uvjeta rada (Bilban 1999). Istodobno razmatranje različitih oblika rada tijekom privlačenja drva dobar je pokazatelj za ukupnu procjenu pri uvođenju novih strojeva u šumsku proizvodnju.

Skider je Woody 110 osmišljen i proizveden u Sloveniji. Tijekom njegova razvoja naglasak je stavljen na ekološke i ergonomske zahtjeve. Zahvaljujući velikoj pokretljivosti traktora, hidrostatski pogonjenim osovinama i mogućnosti daljinskoga upravljanja vozilom i vitlom, ovaj je skider posebice prikladan za privlačenje prorednoga drva iz sastojina optimalne dobi. Stariji tip skidera – Belt GV 70, koji je u ovoj studiji predmet usporedbe s Woodyjem, također je proizveden u Sloveniji, ali je njegova proizvodnja obustavljena. Tijekom opsežnoga istraživanja rada skidera u ovoj su studiji postavljeni sljedeći ciljevi:

- promatrati promjene unutarnje i vanjske morfologije tla i emisije stakleničkih plinova tijekom ra-

da šumskoga skidera Woody 110 pri stvarnim uvjetima privlačenja drva

- ustanoviti prosječan stres radnika i njegove uzroke tijekom radnoga dana te pri pojedinim radnim postupcima
- usporediti stres istoga radnika pri radu na dvama različitim skiderima.

2. Radni postupci

Mjerenja vezana uz rad skidera i radnikov stres provedena su tijekom proreda u državnim šumama na visokom kršu jugozapadne Slovenije. S obzirom na postojeće uvjete i radi usporedbe ekoloških pokazatelja, korišten je skider Belt GV 70, te su provedena dva pokusa: pokus zbijanja tla i pokus utvrđivanja sastavnica ispušnih plinova, ugljičnoga (CO) i dušičnoga monoksida (NO), tijekom različitih poslova i s različito opterećenim motorom.

Pokus je zbijanja tla proveden u privatnim šumama planinskoga masiva Snežnik, u gospodarskoj jedinici »Leskova dolina«, odjel 9a. Na unaprijed pripremljenoj pokusnoj plohi izvršeno je ukupno deset prolaza praznim traktorom, i to u dva koraka: prvo su nakon dva prolaza uzeti uzorci tla, te je potom uslijedilo ostalih osam prolaza. Svaki je skider imao vlastite pokusne plohe, od kojih je polovica smještena na prirodnom šumskom tlu, a polovica na staroj šumskoj vlaci. Šumska vlaka nije projektirana i izgrađena, već je nastala brojnim prolascima vozila na području bez prometnica tijekom 80-ih godina 20. stoljeća. Mjerilo se na odabranim profilima, na kojima su prije, za vrijeme i poslije pokusa uočeni najdublji tragovi kotača, i na kojima su uzeti uzorci tla s dubine od 10 do 15 cm. U laboratoriju je određena mokrina (%) i gustoća tla (g/cm^3), te poroznost i udjel većih pora.

Temperatura ispušnih plinova ($^{\circ}\text{C}$) te sadržaja CO (ppm – *parts per million*, dio milijuna/dio po milijunu ...) i NO (ppm) mjereni su na završetku ispušne cijevi, uz kontrolirani broj okretaja traktorskoga motora u praznom hodu i tijekom pet turnusa privlačenja drva uzbrdo svakim traktorom, pomoću MRU-a – instrumenta *Vario plus* i prema metodi neprekidne izmjere i zapisa količine ispušnih plinova svakih 5 sekundi (MRU 1998).

Broj je otkucaja srca radnika mjereno postojano tijekom čitavoga radnoga dana mjerilom *Polar*. Podaci su zapisivani svakih 15 sekundi. S obzirom na to da je broj otkucaja srca pokazatelj fizičke sposobnosti pojedine osobe, upravo su vrijednosti otkucaja srca tijekom rada uzeti kao osnova za određivanje veličine stresa pri obavljanju radnih zadataka. Trajan napor radnika prilikom rada ne smije prijeći dopuštenu granicu otkucaja srca, koja iznosi trećinu razlike između najvećega broja otkucaja i broja otkucaja srca osobe koja miruje (Bilban 1999). Vrijednost dobivenu kada se od 220 oduzela dob radnika, uzeta je kao maksimalan broj otkucaja srca. Praćenje broja otkucaja srca tijekom rada na sječini prikazano je u tablici 1.

Tablica 2. Osnovni podaci o radnicima na istraživanim strojevima

Podaci / Vozač	R	L
Godina rođenja	1956	1954
Dob u vrijeme istraživanja, god.	43	45
Masa, kg	74	70
Visina, cm	173	176
Godine iskustva, god.	18	14
Broj otkucaja srca u mirovanju, min^{-1}	68	66
Predviđeni najveći broj otkucaja srca, min^{-1}	177	175
Dopušteni broj otkucaja srca, min^{-1}	104 (68+36)	102 (66+36)

Tablica 1. Osnovni podaci o uvjetima rada u sječini (*radilište s nadziranim uvjetima)

Radni dan	Vozač	Traktor	Smjer privlačenja	Udaljenost vožnje bez tovara, m	Udaljenost vožnje s tovarom, m	Udaljenost utovara, m	Prosječni obujam tovara, m^3	Prosječni broj komada u tovaru	Prosječni obujam komada, m^3	Broj turnusa s motrenjem rada srca vozača
1	R	W110-S	nizbrdo	524	569	10	4,9	6,8	0,72	5
2	R	W110-S	nizbrdo	797	810	12	5,1	7,5	0,69	6
3	L	W110-IB	uzbrdo	146	165	10	2,9	12,3	0,23	6
4	L	W110-S	uzbrdo	57	50	10	2,7	7,1	0,38	10
5	R	W110-S*	nizbrdo	450	450	12	4,0	5,0	0,80	5
6	R	BELT*	nizbrdo	450	450	12	3,9	3,4	1,14	5
7	R	W110-S	uzbrdo	466	453	6	4,1	6,1	0,66	9

Pokus je proveden u povoljnim vremenskim uvjetima, bez oborina. U istraživanje su uključena dva kvalitetna i pouzdana radnika vozača na šumskim traktorima. Obojica su stekla ranije veliko iskustvo u obavljanju ovakvih poslova (14 odnosno 18 godina rada na sličnim poslovima). Oba se radnika bave sportom, a njihove psihofizičke osobine prikazane su u tablici 2.

3. Rezultati

3.1. Ekološke posljedice rada skidera

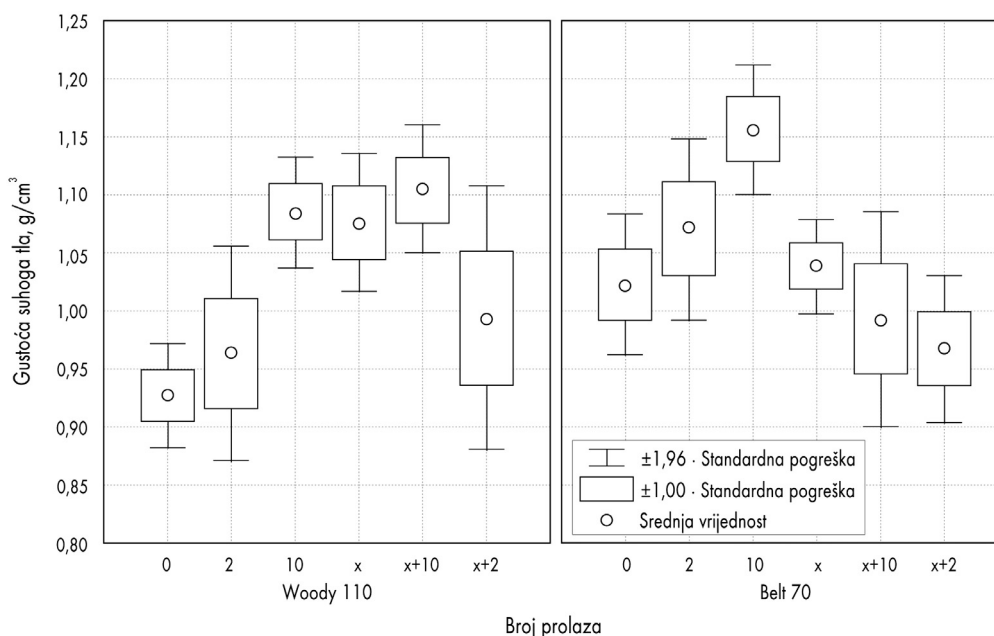
3.1.1. Zbijanje tla tijekom pokusa

Zbijanje je tla ispitivano 25. svibnja 1999. (Woody) i 26. svibnja 1999. (Belt) na dubokom smeđem neskeletnom šumskom tlu, u sastojinama smreke, jele i bukve (zajednica *Abieti fagetum dinaricum*), optimalne dobi. U neposrednoj okolini pokusnih ploha prevladavala je obična smreka, te je površina tla bila ispresijecana brojnim korijenjem. Mokrina je tla u vrijeme pokusa bila nešto niža od temeljne vlage, što nije bilo najpovoljnije za provjeravanje, ali je predstavljalo tipične sastojinske uvjete u vegetacijskom razdoblju. Uz takvu je mokrinu ubrzo došlo do jakoga zbijanja, što se očitovalo kao vidljivi tragovi kotača. Prosječna je dubina traga kotača tijekom pokusa, nakon deset prolaza po nedirnutom tlu, iznosila 4,1 cm s Woodyjem odnosno 4,9 cm s Beltom. Razlika nije statistički signifikantna.

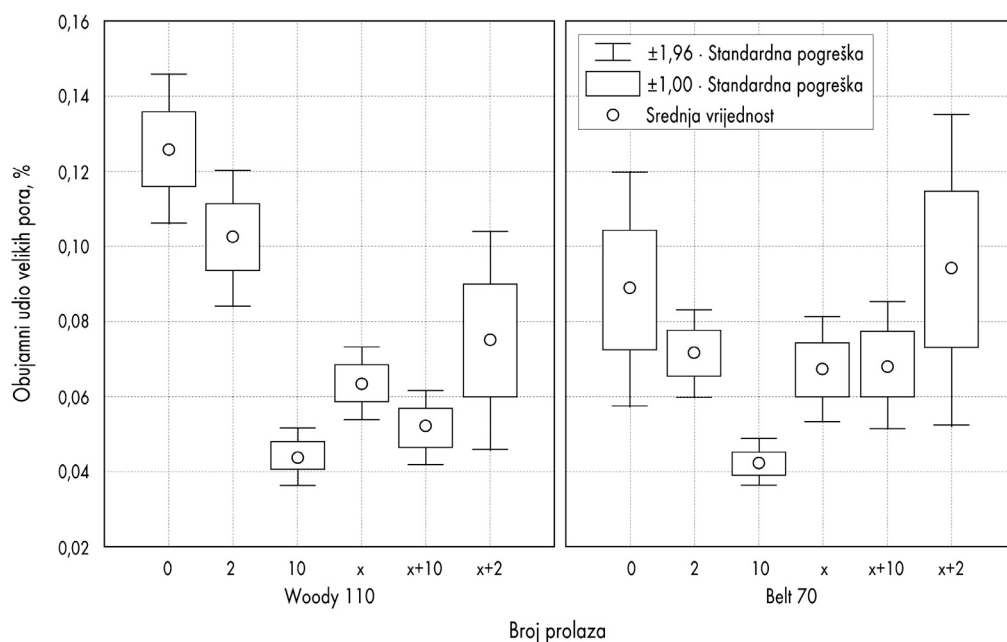
Rezultati su laboratorijske analize uzoraka tla u nedirnutom stanju prikazani na slikama 1 i 2. Slike predstavljaju prosječne i razdobaljske vrijednosti pojedinačnih obradba. Svaka je obradba uzorka ponovljena šest puta. Lijeva strana prikazuje rezultate pokusa s Woodyjem, a desna s Beltom. Prve tri obradbe za svaki skider predstavljaju stanje prije pokusa, stanje nakon dvaju prolaza po nedirnutom tlu, te stanje nakon 10 prolaza po nedirnutom tlu. Preostale se tri obradbe odnose na prolaze po staroj, neizgrađenoj vlaci/cesti, uz napomenu o broju prolaza.

U svezi sa zbijanjem tla nije dokazana nikakva signifikantna razlika između dvaju vozila. Gustoća se tla (slika 1) pri korištenju obaju skidera znatno povećala već nakon dvaju prolaza po nedirnutom tlu, a nakon deset prolaza stanje se znatno pogoršalo u odnosu na prvobitno stanje. Prva dva prolaza po staroj traktorskoj vlaci uzrokovala su smanjenje gustoće tla, što je vjerojatno posljedica ispodpovršinskih vibracija korijenja. Nakon deset prolaza skidera preko profila zbijenost tla nije bila značajnije veća od zbijenosti prije vožnje starom vlakom. Zbijenost tla na staroj vlaci slična je zbijenosti na nedirnutom tlu nakon deset prolaza traktora.

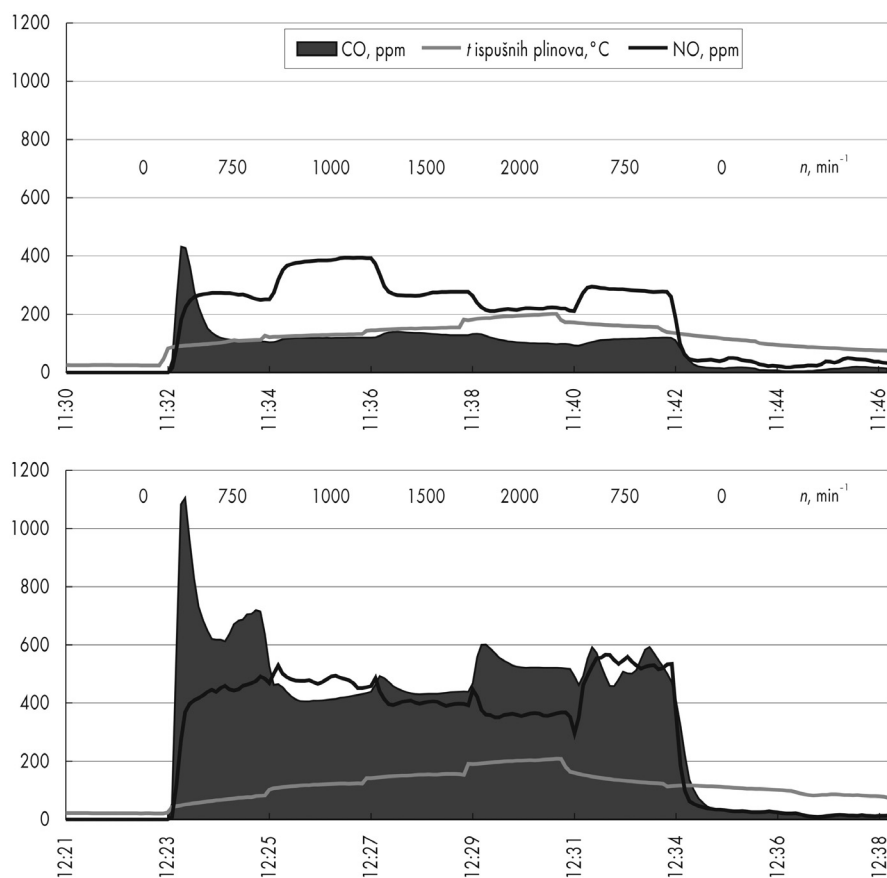
Slika 2 prikazuje značajno smanjenje udjela većih pora u tlu, uzrokovano vožnjom po prirodnom tlu. U najvećem broju slučajeva, na prethodno nedirnutom tlu, ali i na staroj vlaci nastali su anareobni uvjeti (udio velikih pora ispod 5 %).



Slika 1. Prirodna gustoća uzoraka mineralnoga tla iz pokusa zbijanja tla



Slika 2. Obujamni udio velikih pora u uzorcima mineralnoga tla iz pokusa zbijanja tla



Slika 3. 16-minutno praćenje količine ispušnih plinova traktora u praznom kretu kod programiranoga broja okretaja (Woody – gornji dio, Belt – donji dio)

3.1.2. Emisija CO i NO u ispušnim plinovima pri različitom broju okretaja motora skidera u neopterećenom hodu

Slika 3 prikazuje praćenje ispuštanja (emisije) ispušnih plinova skidera pri programiranom povećanju broja okretaja motora u neopterećenom kretu, tzv. leru. Gornji dio prikazuje rezultate traktora Woodyja, a donji Belta. Broj je okretaja motora (min^{-1}) upisan u dijagramu iznad ispisa. Prilikom paljenja hladnoga motora uočene su velike količine CO u ispušnim plinovima u oba motora. Ta količina ubrzo opada i zadržava se na približno istoj razini, neovisno o broju okretaja motora traktora u praznom kretu. Količina CO u ispušnim plinovima Belta četiri je puta veća od one kod Woodyja. I količina NO u ispušnim plinovima Belta je za 30 % veća nego kod Woodyja.

3.1.3. CO i NO u ispušnim plinovima tijekom privlačenja drva

Ispitivanje je za svaki motor uključivalo 5 ciklusa privlačenja drva i približno 1800 uzoraka ispušnih plinova (neprekidno praćenje na kraju ispušne cijevi svakih 5 sekundi). Ukupno je na udaljenosti od 450 m privučeno $20,0 \text{ m}^3$ drva s traktorom Woodyjem odnosno $19,5 \text{ m}^3$ s Beltom. Potrošnja je goriva iznosila $5,9 \text{ L/h}$ kod Woodyja odnosno $7,9 \text{ L/h}$ kod Belta, sve za djelatno radno vrijeme traktora.

U tablici 3 prikazana je usporedba prosječnih emisija ispušnih plinova koji nastaju prilikom privlačenja drva uzbrdo (prosječni je nagib šumske vlake iznosio 17 %). Očekivale su se razlike u prosječnoj

emisiji ispušnih plinova kod različitih radnji. Ipak, razlike su između dvaju traktora iznenađujuće velike, bez obzira na činjenicu da je Belt stariji tip traktora, koji je bio više korišten i čiji je motor tehnički zastario. Rezultati prosječnih količina ispušnih plinova prikazani su u tablici 3. Woody može tijekom svih radnji raditi na manjem broju okretaja (frekvenciji vrtnje), uz manje temperature i uz mnogo manje prosječno ispuštanje ispušnih plinova. Slika 4 daje dinamički prikaz emisije ispušnih plinova za dva bitna ciklusa svakoga motora, uz točne podatke o broju okretaja (Woody), odnosno uz njihovu procjenu (Belt). U Sloveniji dopuštena količina CO u ispušnim plinovima dizelskih motora iznosi 4500 ppm. Belt je često premašivao tu emisiju privlačeći drvo po traktorskoj vlaci uzbrdo.

S gledišta promatranih parametara skider je Woody 110 dao bolje ekološke rezultate od skidera Belt 70 u promatranim radnjama i radnim uvjetima, ali ponajprije zahvaljujući boljemu motoru. Istodobno nije uzrokovao manje štete na tlu.

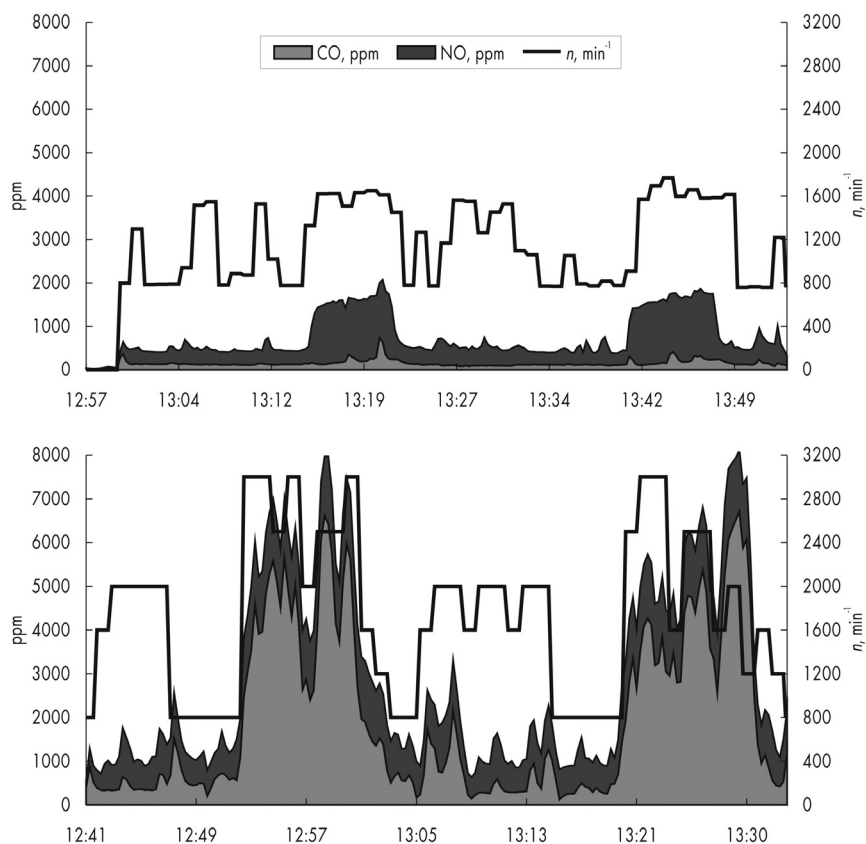
3.2. Stres radnika tijekom privlačenja drva

3.2.1. Opterećenje radnika tijekom privlačenja drva skiderom Woody 110

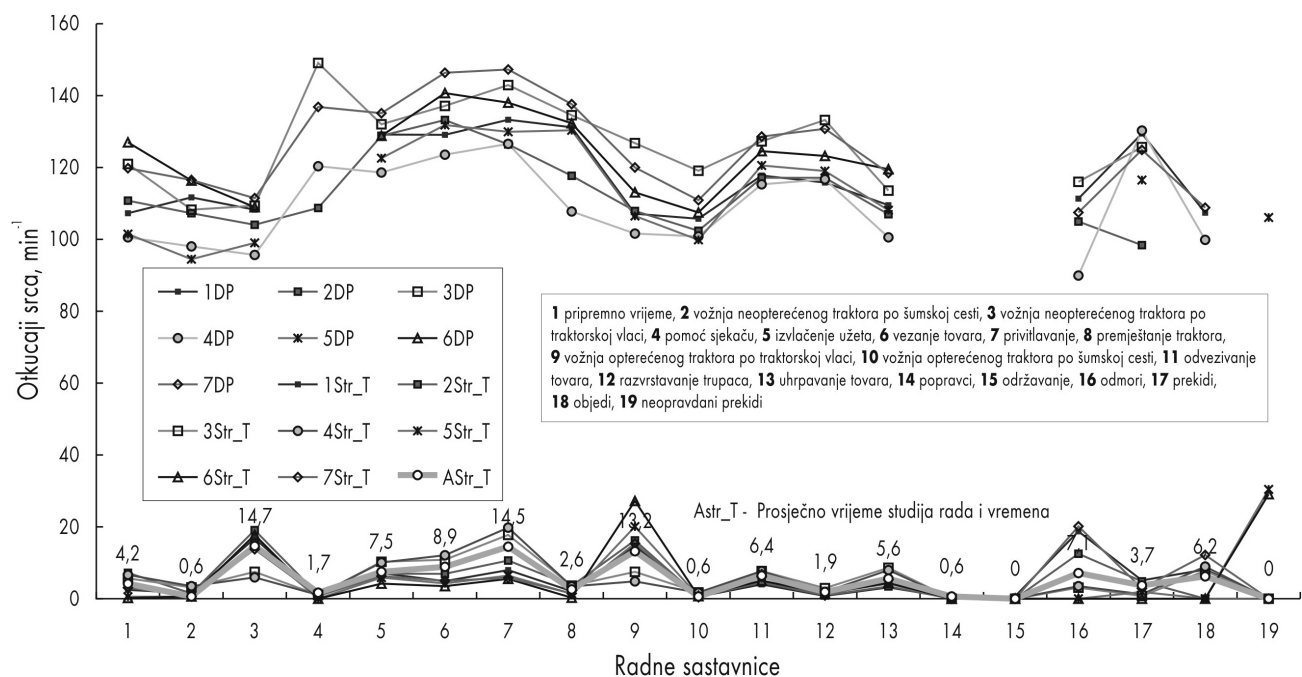
Prosječan broj radnikova otkucaja srca izračunat je za svaku radnju pojedinačno u jednom radnom danu. Struktura je vremena po radnom ciklusu (turnusu) prikazana u donjem dijelu slike 5. Prikazani su i podaci o prosječnoj strukturi radnoga vremena (AStr_T) svih radnih ciklusa obrađenih tijekom iz-

Tablica 3. Prosječna količina ispušnih plinova i značajke motora tijekom 5 ciklusa privlačenja drva

Br.	Radne sastavnice	CO, ppm		NO, ppm		Broj okretaja motora, min^{-1}		Temperatura ispušnih plinova, °C	
		Belt	Woody	Belt	Woody	Belt	Woody	Belt	Woody
2	Vožnja neopterećenoga traktora po šumskoj cesti	1129	125	1070	585	2000	772	324	321
3	Vožnja neopterećenoga traktora po traktorskoj vlaci	492	100	730	368	1804	1053	284	203
5	Izvlačenje užeta	828	115	781	372	1040	1076	243	200
6	Vezanje tovara	390	118	714	372	800	1179	210	196
7	Privitlavanje	462	113	662	313	800	861	187	183
9	Vožnja opterećenoga traktora po traktorskoj vlaci	3717	187	1347	1171	2311	1433	548	401
10	Vožnja opterećenoga traktora po šumskoj cesti	4076	268	1402	1434	1800	1651	613	478
11	Odvезivanje tovara	2172	224	1127	631	1257	1219	458	356
12	Razvrstavanje trupaca	1589	142	903	433	1000	1337	387	323
13	Uhrpavanje složaja	786	133	939	476	1457	915	321	291



Slika 4. Prikaz emisije, broja okretaja i temperature ispušnih plinova traktora pri privlačenju drva



Slika 5. Prosječan broj otkucaja srca za sve radnje (sastavnice) svih radnih dana s odgovarajućom strukturom vremena (Tumač: 1DP – prvi dan praćenja rada srca – prosjek svih ciklusa, 1Str_T – struktura vremena prvoga radnoga dana)

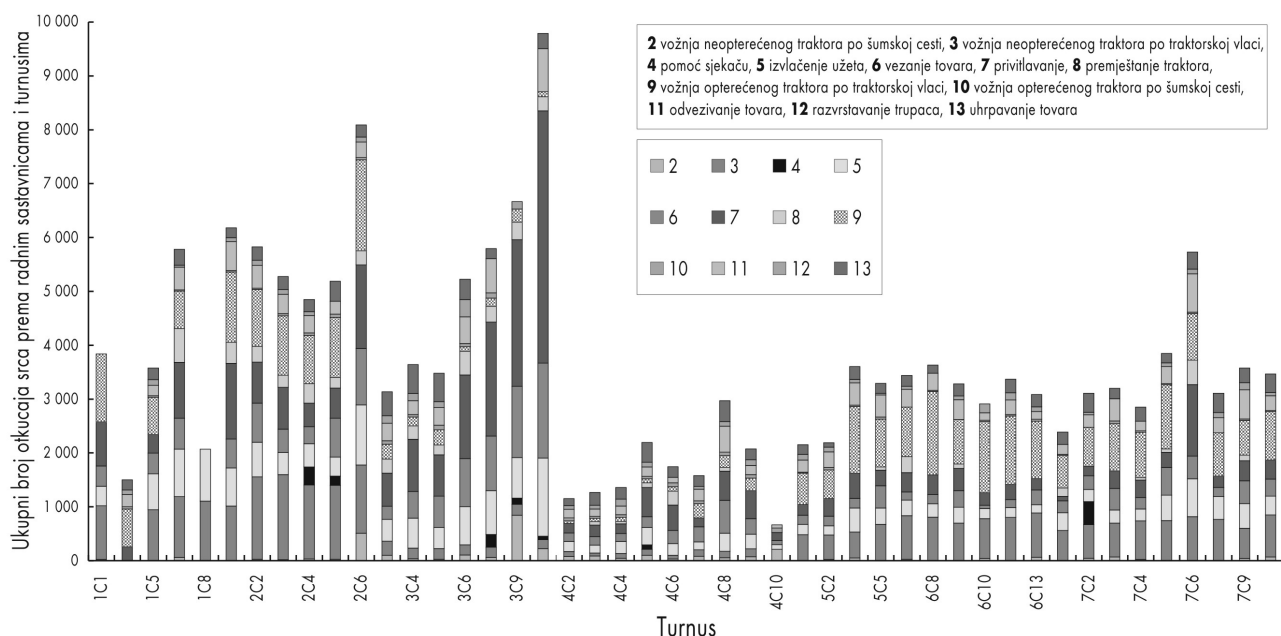
radbe studije vremena i sastavnica izvedbe (Košir i Krč 2000).

Usporedba s podacima o stresu tijekom privlačenja adaptiranim velikoserijskim poljoprivrednim traktorom (Lipoglavšek i Kumer 1998) ukazala je na vrlo slične principe vezane uz stres, koji je u slučaju prilagođenoga traktora bio nešto manji u svim radnim sastavnicama. Vjerojatni je razlog tomu posljedica strukture radnoga vremena prilikom ovoga istraživanja, u kojem je 45 % radnoga vremena provedeno na poslovima uhrpavanja i slaganja trupaca, gdje je stres najveći. Prema literaturnim izvorima koji su bili temelj za usporedbu ti su poslovi uobičajeno obuhvaćali trećinu radnoga vremena. Gledajući prema radnim sastavnicama, krivulja otkucaja srca poprima oblik tipične sinusoida, s najvećim vrijednostima tijekom prikupljanja i privlačenja trupaca. Unatoč činjenici da je izvlačenje užeta vjerojatno fizički najzahtjevniji, najznačajnije je povećanje otkucaja srca primijećeno tijekom vezivanja i privitlavanja trupaca. Ta je činjenica posebno zanimljiva iz razloga što radnik tijekom privitlavanja trupaca koristi daljinski upravljač za upravljanje vitlom, te se očekivala mnogo niža razina stresa. Tijekom istraživanja o naporu radnika potrebnoga za obavljanje radnih zadataka na šumskim strojevima odnosno vozilima kakav je skider (Lipoglavšek i Kumer 1998), manja je količina stresa ustanovljena tijekom privitlavanja starijim tipom vitla nego tijekom privezivanja trupaca. Razlog je tomu vjerojatno činjenica da radnici koji

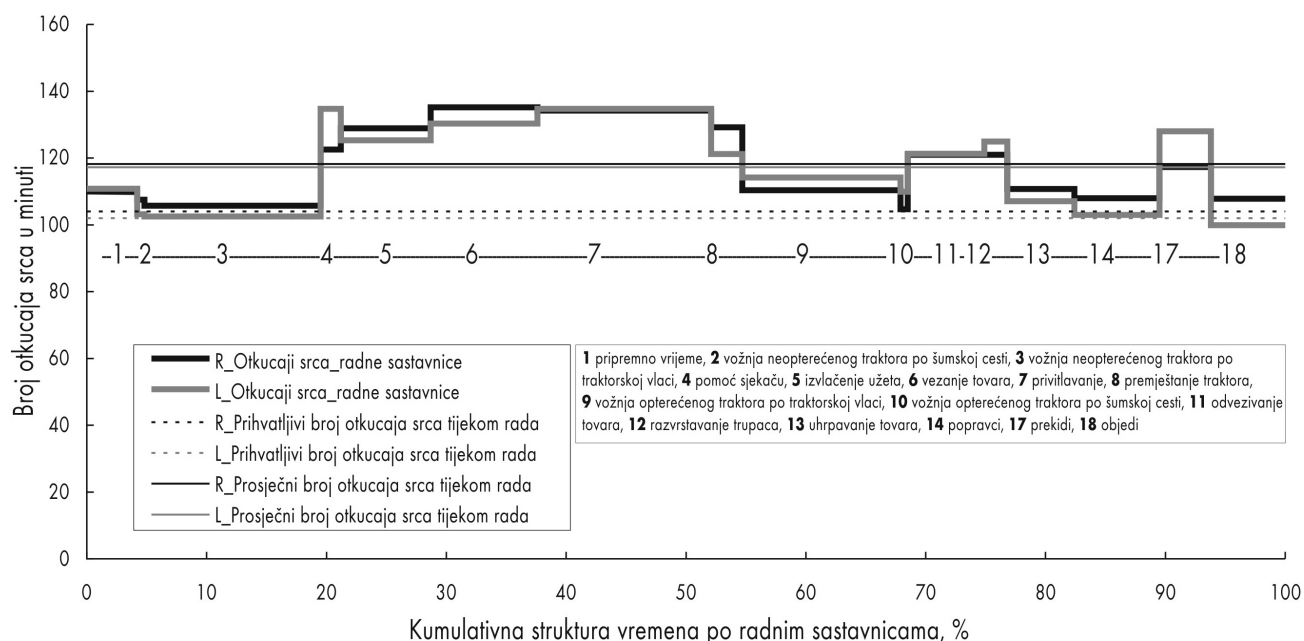
rade s vitlom, koje ima sustav daljinskoga upravljanja u kabini, sjede za vrijeme obavljanja navedenoga zadatka.

Relativno je mala razlika uočena pri usporedbi ispitivanoga radnoga dana s prosječnim radnim danom. Ipak, smatra se da ta razlika može pojedinih dana biti i mnogo veća, što ovisi o promjenljivim radnim uvjetima i u prvom redu o strukturi radnoga vremena. Velika se kolebljivost za obje činjenice može iščitati iz slike 6. Ukupan stres radnika tijekom pojedinih turnusa predstavljen je zbrojem vrijednosti otkucaja srca nakon svih radnih sastavnica unutar proizvodnoga vremena.

Zbog velike promjenljivosti radnih uvjeta i trajanja radnih postupaka razina se stresa također veoma mijenja. Slika 7 prikazuje prosječan stres tijekom radnoga turnusa, za svakoga radnika pojedinačno. Na slici je prikazano nekoliko podataka koji zahtijevaju dodatno objašnjenje. Na apscisu je nanesen zbroj trajanja svih radnih elemenata prema redoslijedu izvršavanja, u nizu od 1 do 18 (od prvoga – PZV, 2. i 3. – vožnja neopterećenoga traktora šumskom vlakom i cestom, ... do posljednjega, 18. elementa – prekida za objed). Dvije podebljane linije predstavljaju krivulju prosječne vrijednosti otkucaja radnikova srca na oba traktora, po radnim sastavnicama. Tanka isprekidana linija predstavlja dvije granične vrijednosti otkucaja srca, a neisprekidana linija prikazuje izmjerene otkucaje srca radnika tijekom rada. Ispitivanje je pokazalo da su oba radnika bila pod-



Slika 6. Ukupan stres radnika (zbroj vrijednosti otkucaja srca) po turnusima i radnim sastavnicama

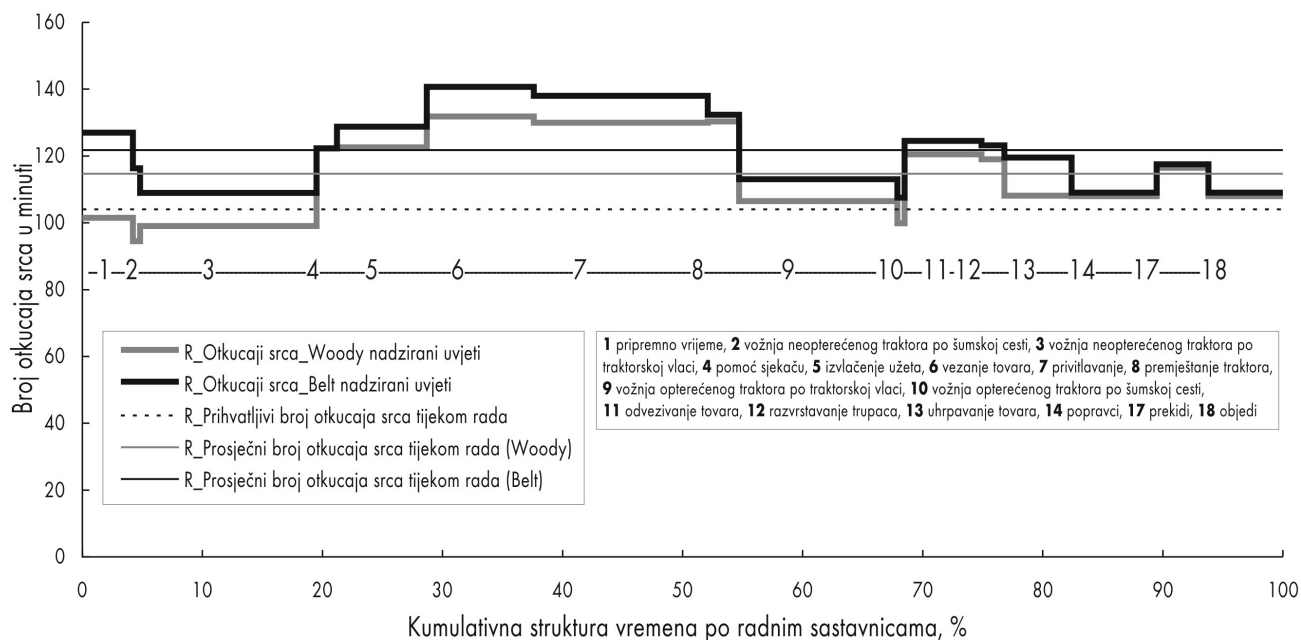


Slika 7. Prosječne vrijednosti otkucaja radnikova srca tijekom privlačenja skiderom Woody prema prosječnoj strukturi radnih dana

jednako preopterećena tijekom rada jer je razlika između dopuštenih vrijednosti otkucaja srca slična razlici između prosječnih vrijednosti. Ako se razmotri prosječna struktura radnoga dana, stres radnika s prosječnim brojem otkucaja srca praktično postaje jednak, ako se uzmu u obzir različite zamisli vezane uz ograničenja vrijednosti otkucaja srca.

3.2.2. Usporedba radnikova stresa tijekom privlačenja drva skiderima Woody 110 i Belt GV 70

U nadziranim uvjetima u kojima su promatrana ekološka svojstva dva skidera (Woody i Belt), promatran je i stres radnika tijekom rada. Veće su vrijednosti primijećene kod rada sa skiderom Belt (slika 8).



Slika 8. Nadzirani uvjeti - prosječne vrijednosti otkucaja radnikova srca tijekom privlačenja drva skiderima Woody i Belt, prema prosječnoj strukturi radnoga dana

Jednak je pristup korišten pri izjednačavanju krivulje otkucaja srca tijekom rada (slika 7) i tijekom proračuna temeljenoga na prosječnoj strukturi radnoga dana. Jedan od problema koji se javio tijekom utvrđivanja rada srca bili su nedostatni podaci o otkucajima srca. Nakon što je motor skidera počeo raditi na većem broju okretaja, došlo je do ometanja signala prijenosa od odašiljača smještenoga na remenu radnika do prijamnika. Podatak o prosječnim vrijednostima otkucaja srca tijekom tih poslova izračunat je stoga na temelju utvrđenih ispitnih vrijednosti na početku i završetku navedenih aktivnosti.

Na temelju usporedbe radnikova stresa utvrđenoga otkucajima srca može se zaključiti da se skider Woody pokazao ergonomske prihvatljivijim jer je preopterećenje radnika tijekom rada bilo mnogo manje. Osim toga, u kabini starijega skidera (Belt) javile su se elektromagnetske oscilacije koje su ometale prijenos podataka o otkucajima srca. Također, buka i temperatura bile su mnogo više u kabini starijega skidera. Uzevši u obzir sve te činjenice, može se zaključiti da je dio stresa pri upravljanju traktorom nastao kao posljedica radnih uvjeta. Najveći dio stresa tijekom rada izvan kabine traktora nastaje pri izvlačenju užeta, jer ovaj rad zahtijeva velik fizički napor, ponajprije zbog težine samoga užeta. Nadalje, sjedenje u skideru Belt tijekom privitlavanja trupaca nije pridonijelo smanjenju stresa. Razlike u broju otkucaja srca tijekom neproizvodnoga vremena bile su zanemarive. Ipak, razlike su u broju otkucaja srca tijekom proizvodnih radnji pokazatelj većega stresa pri radu sa starijim i ergonomske manje prihvatljivim skiderom (Belt).

4. Rasprava sa zaključcima

Pokus zbijanja tla pokazao je da ne postoje signifikantne razlike između dvaju razmatranih skidera u pogledu oštećivanja tla. Promjene u gustoći tla i udjelu velikih pora u odnosu na početno stanje statistički su signifikantne kod oba promatrana traktora. Iako je masa motora kod skidera Belt veća, Woody ima uže kotače, pa je proračunski tlak na tlo kod oba traktora u stanju mirovanja iznosio približno 90 kPa. Dubina traga kotača nakon deset prolaza skidera bila je veća od 4 cm na svim izmjerenim profilima. Hidrostatski pogon nema nikakav utjecaj na promjene na tlu, osim u slučaju kada je tlak umanjen širim gumama i/ili njihovim zarezivanjem tla.

Sadržaj CO u ispušnim plinovima tijekom privlačenja bio je do 10 puta veći kod skidera Belt, a količina NO do 5 puta veća nego prilikom uporabe skidera Woody. Pri istom broju okretaja motora količina ispušnih plinova tijekom privlačenja drva bila je mnogo viša kod oba skidera nego tijekom održavanoga broja okretaja motora u slobodnom hodu. Kod

oba radnika uključena u pokus otkucaji su srca premašivali dopuštenu granicu tijekom rada. Ako se uzme u obzir stvarna struktura radnoga dana tijekom promatranja, granica je stresa utvrđenoga iz otkucaja srca premašena kod radnika R za 42 %, odnosno 36 % kod radnika L. Uz pretpostavku da su oba radnika imala jednaku strukturu radnoga dana, dnevna bi granica stresa bila premašena u prosjeku za 39 % kod radnika R i za 42 % kod radnika L. Na temelju istraživanja otkucaja srca može se zaključiti da su oba radnika bila podjednako preopterećena tijekom rada. Razlika između dopuštene vrijednosti broja otkucaja srca i broja otkucaja srca tijekom odmora jednaka je kod oba radnika (36 min^{-1}). Stvarna razlika u broju otkucaja srca postignuta tijekom rada iznosila je od 49 do 51 min^{-1} . Sličnu sliku o naporu tijekom rada daju i podaci o izvršenom radu: 113 % kod radnika R, odnosno 121 % kod radnika L (izvor: Šumsko gospodarstvo Postojna).

Ergonomska prihvatljivost skidera Woody također je uspoređena sa starijim tipom skidera Belt. Isti radnik (R) upravljao je s oba traktora, dva dana zaredom pri sličnim radnim uvjetima. Prosječna vrijednost otkucaja srca iznosila je 115 min^{-1} pri radu s Woodyem, odnosno 122 min^{-1} tijekom rada s Beltom. Dopusštena vrijednost otkucaja srca premašena je za 30 % u radu s Woodyjem, odnosno 50 % u radu s Beltom.

5. Literatura

- Bilban, M., 1999: Medicina dela. Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, str. 605.
- Košir, B., Krč, J., 2000: Študij časa pri spravlilu lesa Woody 110. Zaključno poročilo projekta razvoj in promocija gozdarskega zgibnega traktorja Woody New, Polikopija, Ljubljana, str. 18.
- Košir, B., 1994: Work preparation as a tool to avoid soil disturbances. In: Proceedings of IUFRO P3.08.00 seminar on soil, tree, machine interactions, 4–8. July 1994, Feldafing, LMU-Freising, Germany, str. 4.
- Lipoglavšek, M., Kumer, P., 1998: Humanizacija dela v gozdarstvu. Učbenik, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, str. 214.
- Martinić, I., 1994: Ocjena fizičkog opterećenja radnika na privlačenju drva. Mehanizacija šumarstva, 19 (3): 151–160, Zagreb.
- MRU Emissionstechnik, 1998: Bedienungsanleitung für Abgasanalysator Varioplus. MRU GmbH, Heilbronn, Deutschland, str. 55.
- Robek, R., Medved, M., 1999: Some environmental and ergonomic stresses during logging with skidders Woody 110 and Belt 70. Paper in IUFRO Symposium, Divisions 3.04.00, 3.06.00, 3.07.00: Emerging harvesting issues in technology transition at the end of the Century, Opatija, Croatia, 27. 9–1. 10. 1999, str. 101–102.

Adresa autora:

Robert Robek
Mirko Medved
Gozdarski inštitut Slovenije
Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko
Večna pot 2
1000 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: robert.robek@gozdis.si
e-mail: mirko.medved@gozdis.si

Ergonomske značajke skidera Woody 110

Marjan Lipoglavšek

Sažetak

U sklopu istraživačkoga projekta o tehnološkom razvoju hidrostatski pogonjenoga skidera Woody određene su i njegove ergonomske značajke. Opsežna je ergonomska procjena pokazala da skider zadovoljava 77 % postavljenih uvjeta, što je usporedivo s ostalim traktorima koji se koriste pri privlačenju drva u Sloveniji. Ekvivalentna razina buke u kabini iznosi od 72 do 87 dB(A), te je vozačevo opterećenje bukom u proizvodnom vremenu procijenjeno na 79,8 dB(A). Vibracije su na sjedištu tijekom proizvodnoga vremena iznosile približno 1 m s^{-2} u uvriježenim smjerovima, što pokazuje da je stresno opterećenje vozača tijekom radnoga vremena bilo unutar dopuštenih granica. Nije zabilježena prisutnost ugljičnoga monoksida u traktorskoj kabini tijekom rada.

Ključne riječi: privlačenje drva, ergonomske značajke, skider Woody 110

1. Uvod

U sklopu istraživanja o primjenjivosti hidrostatski pogonjenoga skidera WOODY 110 na privlačenju drva u šumskogospodarskim uvjetima u Sloveniji promatrane su i njegove ergonomske značajke. Istraživanje su 1999. godine zajednički proveli Biotehnički fakultet iz Ljubljane (Biotehniška fakulteta Ljubljana), Šumarski institut Slovenije (Gozdarski inštitut Slovenije), Šumsko gospodarstvo Postojna (Gozdno gospodarstvo Postojna) i proizvođač traktora Vilpo Grosuplje, a projekt je sufinanciralo slovensko Ministarstvo znanosti i tehnologije. Razvoj je ovoga skidera predstavljen na skupu u Delnicama (FORMEC 99). Na području Šumarije Postojna, u Leskovo dolini (GJ »Snežnik«), provedena su probna mjerenja razine buke i koncentracije ugljičnoga monoksida u kabini skidera, tijekom 4 ciklusa privlačenja drva i tijekom rada skidera u praznom kretu (tzv. leru). U Leskovo dolini, ali pod drugačijim uvjetima, provedena je i opsežna usporedna ergonomska procjena skidera radi poboljšanja njegovih značajki. U gospodarskoj jedinici Ilirska Bistrica, u području Gomance, provedena su probna mjerenja vibracija na sjedištu skidera tijekom 4 turnusa privlačenja drva, od čega 2 nedovršena turnusa. Također se pokušala procijeniti opterećenost vozača bukom i vibracijama na pojedinim radnim postupcima i tijekom čitavoga radnoga dana. Suradnici Šumarskoga

instituta Slovenije mjerili su koncentraciju ugljičnoga monoksida i radne napore vozača skidera pomoću (broja) otkucaja srca. Rezultati su tih mjerenja uspoređeni s podacima o skideru BELT GV 70 (Robek i Medved 1999).

2. Buka

Buka je skidera WOODY 110 izmjerena pomoću preciznoga mikrofona – Brüel et Kjaer 4155 i mjerila razine zvuka – B&K 2231, unutar traktorske kabine i pri različitom broju okretaja motora (traktor u mirovanju i tijekom 4 ciklusa privlačenja drva). Za dva različita broja okretaja (prazni hod i pri radnoj frekvenciji vrtnje motora od 1200 min^{-1}) razina je buke mjerena s udaljenosti od 0 do 12 m od traktora. Kod svih mjerenja mikrofona je bio pričvršćen na kacigu pokraj desnoga uha, u razini vozačevih očiju, i okrenut prema tlu. Tijekom samoga privlačenja drva u memoriji su instrumenta zabilježene krajnje vrijednosti i ekvivalentna razina buke u intervalima od 30 sekundi. Izmjerene su vrijednosti cijelo vrijeme bile vidljive na digitalnom zaslonu. Privlačenje je drva snimano videokamerom da bi, po završetku mjerenja, bilo moguće odrediti koja je radna operacija prevladavala tijekom pojedinoga intervala od 30 sekundi. Dobiveni su podaci uneseni u računalo na licu mjesta, te su poslije obrađeni pomoću programa MS Excel. Kada je vozač izašao iz traktora, kaciga je s

mikrofonom ostala u kabini te se nastavila mjeriti razina buke, ali to mjerenje nije uzeto u obzir prilikom izračunavanja vozačeva stresa uzrokovanoga bukom. Kabina traktora nije bila zatvorena u potpunosti jer je prozor bio djelomično otvoren za čitavo vrijeme trajanja privlačenja drva, a tijekom oblikovanja složaja otvorena su bila i vrata traktora.

2.1. Buka skidera pri praznom hodu motora

Kada je skider stajao na cesti, bez tovara, razina buke u kabini traktora kretala se od 73,5 do 88,2 dB(A). Buka je mjerena pri različitom broju okretaja motora, od 760 do 2250 min⁻¹, što je postignuto dodavanjem gasa i očitanjem mjerila frekvencije vrtnje motora. Razina buke je pri maksimalnom broju okretaja motora (1700 min⁻¹) rasla gotovo linearno, a zatim je pala i ponovno počela rasti od 1900 min⁻¹.

Razina buke od 77,2 do 53,9 dB(A) izmjerena je izvan kabine kada je skider radio u praznom hodu i pri 760 min⁻¹. Mjerenje je obavljeno pokraj traktora i iza njega, u razini uha mjeritelja, na mjestima na kojima vozač provodi najviše vremena. Na istom je mjestu mjerena razina buke pri 1200 min⁻¹. Maksimalna razina buke od 81 dB(A) izmjerena je pokraj motora, a minimalna buka od 57,5 dB(A) izmjerena je na udaljenosti od 12 m iza traktora. Razina se buke smanjuje s povećanjem udaljenosti radnika od traktora.

Prilikom izračunavanja dnevnoga opterećenja vozača korištena je izmjerena razina buke od 60 dB(A), s udaljenosti od 7 – 8 m, jer je procijenjeno da na tom mjestu vozač provodi najviše vremena tijekom uhrpavanja složaja sortimenata.

2.2. Radni uvjeti tijekom mjerenja buke pri privlačenju drva

Razina je buke mjerena tijekom privlačenja drva u mješovitoj sastojini bukve, jele i smreke, na području Leskove doline. Vozač je traktora skupljao trupce uzduž 405 m duge traktorske vlake, te je duljina privlačenja bila od 255 do 405 m. Privlačilo se nizbrdo, a najveći je nagib traktorske vlake iznosio približno +4 %. Međutim, u središnjem dijelu nalazi se suprotna padina s najvišim izmjerenim nagibom od 31 % i duljinom od 15 m. Tovari su na traktoru stoga bili relativno mali, od 0,59 m³ do 3,26 m³ (2,16 m³ u prosjeku), i sastavljeni od trupaca četinjača i bukve, te bukove oblovine manjih dimenzija. Vozač je traktora (R. R.) imao 27 godina radnoga iskustva u šumarstvu, od čega 20 godina kao vozač traktora. Imao je 43 godine, bio je visok 174 cm i težak 73 kg. Na posao je dolazio vlastitim automobilom, prelazeći svakodnevno udaljenost od 16 km. Ostale pojedinosti o radnim uvjetima, posebice struktura rad-

noga vremena tijekom privlačenja, prikazane su u tablici 1.

Tablica 1 pokazuje da su se prosječne ekvivalentne razine buke kretale od 80 do 85 dB(A), u vrijeme kada se vozač nalazio u kabini traktora. Izmjereno opterećenje bukom vozača traktora (L_{ekv}) u ukupnom proizvodnom vremenu tijekom 4 ciklusa iznosilo je samo 79,8 dB(A), jer je vozač čak 56 % proizvodnoga vremena proveo izvan skidera. Izmjereno je opterećenje bukom vozača traktora prikazano u tablici 1 određeno tako da je u obzir uzeta struktura radnoga i proizvodnoga vremena, koja je utvrđena u opsežnim studijama vremena (87 i 77 ciklusa privlačenja).

Temeljem ovih kalkulacija opterećenje bukom vozača traktora iznosilo je 81,1 dB(A) u proizvodnom vremenu, odnosno 78,6 dB(A) u 8-satnom radnom vremenu. U obzir je uzeta i činjenica da proizvodno vrijeme vozača traktora u jednom radnom danu iznosi samo 270 minuta (4,5 sati), što je utvrđeno analizom 4 radna ciklusa. Na temelju je nekih pretpostavki određeno i opterećenje bukom drugoga vozača na radilištu Gomance, koji nije upravljao traktorom već samo vitlom pomoću daljinskoga radijskoga upravljača. Opterećenje je u ovom slučaju bilo nešto niže, 80,7 dB(A), jer je u težim terenskim uvjetima potrebno više vremena za prikupljanje trupaca. Ipak, opterećenje je tijekom čitavoga radnoga dana nešto više, 79,5 dB(A), jer je proizvodno vrijeme iznosilo 350 minuta ili približno 6 sati, što je utvrđeno tijekom dvaju ciklusa privlačenja.

Izmjereno opterećenje bukom vozača traktora od približno 80 dB(A) tijekom proizvodnoga vremena mnogo je niže od stresnoga opterećenja zabilježena u ranijim istraživanjima, u Sloveniji prije nekoliko godina, tijekom privlačenja drva drugim traktorima (tablica 2).

Zabilježeno je stresno opterećenje dosta niže jer motor uzrokuje mnogo manju buku u kabini zahvaljujući nižemu broju okretaja i stoga što daljinsko upravljanje vitlom omogućuje vozaču rad izvan kabine. Opterećenje bukom vozača skidera Woody 110 unutar je dopuštene granice od 85 dB(A) za većinu fizičkih aktivnosti, te se ne predviđa oštećenje sluha. Razina buke preko 60 dB(A) ipak otežava rad jer smanjuje radnu sposobnost radnika. Prilikom usporedbe treba imati na umu činjenicu da smanjenje ekvivalentne razine buke od samo 3 dB(A) znači raspolavljanje opterećenja. Može se stoga zaključiti da je opterećenje bukom vozača skidera Woody, tijekom rada na privlačenju drva, 4 do 5 puta manje u usporedbi s drugim traktorima.

Tablica 1. Opterećenje bukom vozača skidera Woody 110

Radilište	LESKOVA DOLINA				GOMANCE		
	Opterećenje vozača bukom			Opterećenje vozača bukom i ostala snimljena vremena			
	Razina buke tijekom jednoga turnusa	Prosječno					
			Udio vremena	Buka L_{ekv}	Udio vremena	Buka L_{ekv}	Udio vremena
Radne sastavnice	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)
Vožnja neopterećenoga traktora	83,3–84,8	17,8	84,1	22,8	83,3	17,1	83,3
Okretanje	78,8–80,5	0,4	79,7	34,5	60,0	46,0	60,0
Privitlavanje	(77,8–79,3)	40,9	60,0				
Kretanje (vožnja)	(78,9–81,1)	0,4	60,0	24,9	84,4	18,2	85,2
Privlačenje	84,9–85,8	19,4	85,2				
Odvezivanje tovara	(72,6–76,8)	10,1	66,0	8,9	66,0	7,9	66,0
Razvrstavanje trupaca	(79,9–83,7)	4,9	66,0	2,3	66,0	2,8	82,0
Uhrpavanje složaja	82,0–83,0	6,1	82,5	6,6	82,5	8,0	82,5
Proizvodno vrijeme		100	79,8	100	81,1	100	80,7
Neproizvodno vrijeme	(72,8–79,8)		50,0	(3,5 h)	50,0	(2 h)	50,0
Radno vrijeme (8 sati)					78,6		79,5
Proizvodno vrijeme, min/turnus	18–29	24,7		47		56	
Udaljenost privitlavanja, m				11		12	
Udaljenost privlačenja, m	255–405			514		403	
Srednji obujam tovara, m ³		2,16		4,08		3,72	
Broj komada		7,5		7,7		8,8	
Komadni obujam, m ³ /komad		0,29		0,74		0,54	
Broj turnusa		4		87		77	

Tablica 2. Opterećenje vozača bukom pri privlačenju drva traktorima u Sloveniji

	Proizvodno vrijeme L_{ekv} – dB(A)	Ukupno radno vrijeme L_{ekv} – dB(A)
Skider – TBJ 208D	98,0	97,2
Skider – BELT GV 50	93,0	92,2
Skider – BELT GV 70	96,7	95,1
Kotačni traktor IMT 560	94,2	93,3
Gusjenični traktor FIAT 605	91,9	91,1

3. Vibracije

Vibracije na sjedištu skidera Woody 110 izmjerene su na radilištu Gomance (gospodarska jedinica Ilirska Bistrica, Šumarija Postojna). Troosni akcelorometar Brüel et Kjaer pričvršćen je na posebno oblikovanu ploču postavljenu na sjedište i povezan kabelima s mjerilom B&K 2231 opremljen s B&K 2522, sustavom za mjerenje vibracija. Tijekom privlačenja

drva mjerni je sustav u međuvremenima od 30 sekundi istodobno bilježio krajnje i prosječne vrijednosti ubrzanja vibracija u sva tri smjera: gore–dolje, lijevo–desno i naprijed–nazad. Za svaki razmak od pola minute izračunata je vektorska suma ubrzanja. Zbog mogućnosti usporedbe s ranije izmjerenim vibracijama drugih traktora, vibracije su mjerene linearno u rasponu frekvencija 1 – 180 Hz. Ponovno su zabilježena 4 ciklusa, od čega su dva izmjerena tek djelomično zbog duljine njihova trajanja i ograničenoga memorijskoga kapaciteta instrumenta za mjerenje vibracija (samo vožnja neopterećenoga traktora i prikupljanje trupaca). Privlačenje je snimano videokamerama radi kasnijega lakšega određivanja prevladavajuće radne aktivnosti u svakom intervalu od 30 sekundi. Pozornost se posebno posvetila trenucima u kojima se vozač podizao sa sjedišta i vraćao se na njega. Izmjerena ubrzanja za prva dva ciklusa očitana su iz memorije na samom radilištu, a podaci druga dva ciklusa neposredno su preko posebnoga sučelja prebačeni na osobno računalo. Korištenjem aplikacije MS Excel uneseni su svi podaci, dodani su kodovi za svaki radni element, te je određena razina vibracija za zabilježena vremena. Za od-

ređivanje razine vibracija u tercnom rasponu frekvencija, te za procjenu opterećenja vozača vibracijama na sjedištu provedeno je dodatno testiranje u kojem je vozač vozio skider naprijed-natrag preko prepreke visoke 10 cm. Ubrzanja su na sjedištu tada mjerena istim akcelerometrom, ali drugim mjernim instrumentom za mjerenje vibracija – B&K 2511 i s filtrom B&K 1621. Izmjeren je samo vertikalni smjer, jer su ubrzanja u ovom smjeru najveća tijekom rada na privlačenju drva. Linearna ubrzanja i ubrzanja frekvencijskoga raspona zabilježena su na ispisu pisaa B&K 2306. Filtar je frekvencijskoga raspona odabran ručno u sredini treće oktave, od 0,20 do 50 Hz. Izmjerena testna ubrzanja proporcionalno su smanjena na prosječne vrijednosti u vertikalnom smjeru, izmjerena linearno u proizvodnom vremenu privlačenja. Tako su ispravljena ubrzanja uspoređena s dopuštenim ograničenjima 6-satnoga dnevnoga opterećenja vibracijama koje se prenose čitavim tijelom (WB, ISO 2631).

3.1. Radni uvjeti tijekom mjerenja vibracija u raznim postupcima na privlačenju drva

Mjerenje razine vibracija na traktorskom sjedištu provedeno je u području Gomance, na kamenitoj, ali glatkoj i suhoj traktorskoj vlaki dugoj 360 m. S obzirom na to da je vozač prikupljao trupce na različitim mjestima, duljina je privlačenja bila od 300 do 360 m. Krški je teren bio iznimno strm i kamenit te stoga vrlo nepogodan za privlačenje drva. Privlačna je vlaka bila većinom nagnuta u smjeru privlačenja, s nagibom do -24 %. Na samom je početku imala 84 m dug protunagib s najvećim usponom od +18 % duljine 12 m. Na tom je dijelu ceste vozač vozio neopterećen traktor unatrag jer na kraju ceste nije bilo dovoljno mjesta za okretanje. Vozač je istodobno privlačio dugu debelu i tanju oblovinu. Veličina je tovara bila od 3,20 do 4,63 m³ (u prosjeku 3,86 m³), a sastojala se od prosječno 8,25 trupaca. Ostale pojedinosti o radnim uvjetima, posebice struktura radnoga vremena tijekom privlačenja, prikazane su u tablici 3. Vozač je traktora bio iskusan radnik star 43 godine, visok 177 cm i težak 68 kg.

3.2. Vibracije pri privlačenju

Razina linearno izmjerenih vibracija na sjedištu tijekom četiri ciklusa privlačenja bila je vrlo promjenljiva. Trenutačno (2 ms – milisekunde) izmjerene vršne vrijednosti ubrzanja u jednom su smjeru bile: u smjeru *x* (naprijed–natrag) maks. 15,2 ms⁻², *y* (lijevo–desno) maks. 20,3 ms⁻² te vertikalno *z* (gore–dolje) maks. 25,6 ms⁻². Maksimalna prosječna razina ubrzanja u trajanju od jedne sekunde iznosila je 2,9 ms⁻² (naprijed–natrag), 4,7 ms⁻² (lijevo–desno) i 5,4 ms⁻² (gore–dolje). Prosječna brzina ubrzanja u intervali-

ma od 30 sekundi, izmjerena kao kvadrat prosječnih vrijednosti i korištena za procjenu vibracija skidera i opterećenja vozača traktora, varirala je vodoravno (*x*) između 0 i maks. 1,98 ms⁻², postrance (*y*) maks. 1,85 ms⁻² i vertikalno (*z*) maks. 3,3 ms⁻². Sve te vrijednosti pokazuju da niskofrekventne vibracije sjedišta postižu najveći intenzitet u vertikalnom smjeru. To je vjerojatno uzrokovano neravninama na cesti, a ne radom pogonskoga motora obzirom na to da vibracije u smjeru naprijed–natrag imaju najmanja ubrzanja.

Na temelju 30 sekundnih ubrzanja izračunate su prosječne kvadratne vrijednosti za pojedine proizvodne postupke, te ponderirane prosječne kvadratne vrijednosti za ukupno vrijeme privlačenja, gdje se ponderirane vrijednosti odnose na trajanje radnih sastavnica. Tablica 3 prikazuje rezultate 4 zabilježena turnusa privlačenja te vrijeme privlačenja zabilježeno u drugim istraživanjima. Mjerni sustav za mjerenje vibracija izračunava vektorsku sumu za svaku sekundu i svakih pola minute na temelju ubrzanja u pojedinim smjerovima. Iz tih su vrijednosti zatim izračunate prosječne vektorske sume za pojedine radne elemente koje su se znatno razlikovale. Najviše su bile prilikom vožnje neopterećenoga traktora (2,28 ms⁻²), nešto niže tijekom privlačenja te još niže pri slaganju složaja (1,44 ms⁻²). Pri privlačenju trupaca do skidera i pri slaganju trupaca na cesti, dok je vozač sjedio na traktorskom sjedištu, te su vrijednosti bile najniže (približno 0,80 ms⁻²), a tijekom prikupljanja trupaca i odvezivanja vozač nije izložen vibracijama jer se nalazi izvan traktora. U ukupnom vremenu koje vozač provede na sjedištu traktora prosječna izmjerena ubrzanja u pojedinim smjerovima iznosila su približno 1 ms⁻², a vektorska je suma bila u prosjeku 1,98 ms⁻². U ukupnom proizvodnom vremenu opterećenje je vozača traktora u pojedinim smjerovima variralo (linearno) od 0,57 do 0,64 ms⁻², a vektorska je suma bila 1,17 ms⁻². Uz pretpostavku da u 8-satnom radnom danu proizvodno vrijeme iznosi 6 sati, prosječna suma ubrzanja sjedišta u radnom vremenu iznosi samo 1,01 ms⁻². Za strukturu vremena temeljenu na širem snimanju potrebnoga radnoga vremena izračunato je opterećenje vozača traktora vibracijama za područje Gomance. Izmjereno je opterećenje nešto veće zbog većih duljina privlačenja. Vektorska je suma u proizvodnom vremenu iznosila 1,40 ms⁻², a u radnom vremenu 1,21 ms⁻². Slično je istraživanje za radilište u Leskovojoj dolini dalo nešto višu vektorsku sumu od 1,59 ms⁻² u proizvodnom vremenu, ali ti rezultati nisu pouzdani jer su nepoznate značajke radilišta na kojem su bilježena vremena. Suma je viša ponajprije stoga što je vrijeme vožnje dulje nego na radilištu Gomance, a vibracije su najviše upravo u tom vremenu.

Tablica 3. Opterećenje vozača skidera Woody 110 vibracijama

Radilište	Vozač na sjedalu	Srednje vrijednosti turnusa					Šira istraživanja trajanja radnih operacija									
		GOMANCE					GOMANCE					LESKOVA DOLINA				
		Ubrzanje, ms ⁻²				Vrijeme	Ubrzanje, ms ⁻²				Vrijeme	Ubrzanje, ms ⁻²				Vrijeme
Radne sastavnice		X	Y	Z	Vekt.	%	X	Y	Z	Vekt.	%	X	Y	Z	Vekt.	%
Vožnja neopterećenoga traktora	da	1,20	0,98	1,29	2,28	11,3	17,1				2,28	22,8				2,28
Prikupljanje drva	da	0,35	0,30	0,30	0,78	3,3										
	ne					54,6	46,0					34,5				
Privlačenje	da	1,25	1,04	1,24	2,21	11,6	18,2				2,21	24,9				2,21
Odvezivanje tovara	ne					8,3	7,9					8,9				
Razvrstavanje trupaca	da	0,34	0,30	0,55	0,85	1,6	2,8				0,85	2,3				
Uhrpavanje složaja	da	0,54	0,98	0,57	1,44	9,3	8,0				1,44	6,6				1,44
Proizvodno vrijeme	da	1,01	0,94	1,05	1,92	37,1	46,1	1,10	0,92	1,14	2,06	54,3	1,16	1,01	1,20	2,16
	ne					62,9	53,9					45,7				
6 sati	ukupno	0,61	0,57	0,64	1,17	100	100	0,75	0,62	0,77	1,40	4,5 h	0,86	0,74	0,89	1,59
Radni dan, 8 sati		0,53	0,49	0,55	1,01			0,65	0,54	0,67	1,21	8 h	0,64	0,56	0,66	1,19
Proizvodno vrijeme, min/turnus		28,5 – 31,0				30,2		56					47			
Udaljenost privlačenja, m								12					11			
Udaljenost privlačenja, m		300 – 360						403					514			
Srednji obujam tovara, m ³		3,68						3,72					4,08			
Broj komada u tovaru		8,25						8,84					7,67			
m ³ /komad		0,47						0,54					0,74			
Broj snimljenih turnusa		2 + 2						77					87			

Ako se vibracije skidera Woody 110 usporede s izmjerenim vibracijama drugih traktora, vidljivo je da tijekom proizvodnoga vremena skider Woody 110 postiže najniže rezultate. Jedino je skider BELT GV 50 postigao manju razinu vibracija u vrijeme kada je vozač na sjedištu. Ipak, ovaj je skider znatno sporije obavljao radne zadatke zbog slabijega motora, a brzina vožnje po traktorskim vlakama ima značajan utjecaj na vibracije. Vibracije su sjedišta skidera Woody 110 (u 37 % proizvodnoga vremena – tablica 4) dva do tri puta manje nego kod ostalih traktora (BELT GV 70, IMT 560 ili FIAT 505). Izravnu usporedbu nije moguće provesti unutar dopuštenih ograničenja, jer su ubrzanja mjerena linearno, a granične vrijednosti izloženosti su namještene prema frekvencijama prilagođenima ljudskoj osjetljivosti. Mjerenja su provedena linearno da bi omogućila usporedbu ovoga traktora s drugim traktorima za privlačenje drva kod kojih je intenzitet vibracija ranije izmjeren. Tijekom privlačenja na području Gomance izmjerena je i frekvencijska ponderirana suma ubrzanja koja se nije znatnije razlikovala od linearne vektorske sume. Ako se linearna suma uzme u obzir umjesto frekvencijske ponderirane sume, u skladu s

Tablica 4. Usporedba vibracija sjedišta u proizvodnom vremenu kod različitih traktora – linearno izmjerena ubrzanja, ms⁻²

	Izmjerene vrijednosti linearnoga ubrzanja, ms ⁻²			
	naprijed-nazad X	lijevo-desno Y	gore-dolje Z	vektor
WOODY 110				
vozač sjedi na sjedalu	1,01	0,94	1,05	1,92
ukupno proizvodno vrijeme	0,61	0,57	0,64	1,17
BELT GV 50	0,78	0,92	0,64	1,37
BELT GV 70	4,38	3,63	1,96	6,02
TBJ 208	1,48	1,83	1,47	2,77
IMT 560	2,73	1,42	2,62	4,04
FIAT 505	2,73	2,82	1,72	4,29

normom ISO 2631, moglo bi se zaključiti da vibracije sjedišta skidera Woody 110, nakon dva sata rada, predstavljaju ozbiljnu prijetnju zdravlju u lumbalnom dijelu leđa (*Ergonomske smjernice za šumske strojeve*). Ta pretpostavka ipak nije u potpunosti točna.

3.3. Analiza frekvencija vibracija na sjedištu

Tijekom vožnje skidera preko prepreka na cesti maksimalna su ubrzanja vibracija mjerena u vertikalnom smjeru, u rasponu terca od 0,20 do 50 Hz. Pretpostavka je bila da se slična distribucija prosječnih razina vibracija u rasponu frekvencija javlja u privlačenju drva, samo na mnogo nižoj razini. Ubrzanja izmjerena tijekom ispitivanja proporcionalno su umanjena do koeficijenta između linearno izmjerenih vibracija tijekom privlačenja drva i tijekom prelaska preko prepreka. Taj je postupak izveden za proizvodno vrijeme koje vozač traktora provede na sjedištu, te zatim za ukupno proizvodno vrijeme. Sve vrijednosti izmjerene u sklopu analize rasponskih frekvencija pomnožene su s odgovarajućim koeficijentima: $1,05/8,22 = 0,127\ 737$ i $0,64/8,22 = 0,077\ 860$. Vrijednosti su uzete iz tablice 2 za vertikalni smjer vibracija tijekom privlačenja, odnosno kao prosječne vrijednosti linearnih mjerenja tijekom testiranja.

Izračunato opterećenje vozača traktora po rasponima frekvencija uspoređeno je s graničnim vrijednostima izloženosti prema normi ISO 2631 za 6-satni dan (proizvodno vrijeme). Opterećenje vozača traktora, koji sjedi na sjedištu 6 sati, premašuje međunarodno postavljena ograničenja radne sposobnosti. Ipak, stvarno opterećenje vozača vertikalnim vibracijama unutar je dopuštenih granica jer vozač mnogo vremena provodi izvan traktora, zbog čega mu vibracije samo smanjuju udobnost tijekom rada. Drugi skideri uzrokuju stresno opterećenje koje je mnogo veće nego kod skidera Woody 110. Jedino su kod skidera BELT GV 50 izmjerena nešto niža ubrzanja po frekvencijskim rasponima u vrijeme koje vo-

zač provede na sjedištu, ali vozač skidera Belt provede mnogo više vremena na sjedištu. Adaptirani poljoprivredni traktori, s kotačima ili gusjenicama, uzrokuju razinu vibracija na sjedištu koja je opasna za zdravlje vozača.

4. Ispušni plinovi

Tijekom privlačenja drva u Leskovoju dolini, u sklopu mjerenja razine buke, na desnoj strani vozačevih prsa bio je pričvršćen instrument za mjerenje koncentracije ugljičnoga monoksida – *Dositox*, proizvođača *Compur* iz Münchena. U četiri ciklusa privlačenja uopće nije zabilježena koncentracija CO, iako je instrument bio namješten na osjetljivost od 1 ppm. Ista je pojava zabilježena i kod drugih traktora, stoga što ispušna cijev usmjerava sve plinove iznad kabine traktora, a zračne struje u šumi vrlo ih brzo odnose i raspršuju.

5. Sveobuhvatno ergonomsko ocjenjivanje skidera

Obuhvatno ergonomsko ocjenjivanje skidera Woody 110 provedeno je pomoću *Njemačkoga ergonomskega upitnika za radne strojeve* (Rehschuh i Tzschökel 1977). Taj je upitnik odabran stoga što je već prije upotrebljavan za ocjenjivanje ergonomske značajke drugih skidera, te je na taj način omogućena njihova međusobna usporedba. Njemački upitnik ima mnogo manji broj općenitih pitanja te je moguće ocijeniti različite detalje i izraditi preporuke za poboljšanja.

Sedam šumarskih stručnjaka iz Šumskoga gospodarstva Postojna (GG Postojna), Šumarskoga in-

Tablica 5. Obuhvatno ergonomsko ocjenjivanje skidera Woody 110

Područje ocjenjivanja		Ukupan broj pitanja	Povoljni odgovori, +	Djelomično povoljni odgovori, 0	Nepovoljni odgovori, -
1	Ulazak i izlazak iz kabine	8	5	1	2
2	Radno mjesto (kabina)	6	5	0	1
3	Sjedalo	9	6	1	2
4	Upravljački instrumenti	9	4	1	4
5	Operativni elementi	11	9	1	1
6	Vidljivost	6	6	0	0
7	Štetan utjecaj na zdravlje	7	6	0	1
8	Psihičko i fizičko naprezanje	8	7	0	1
9	Sigurnost	10	7	2	1
10	Upute za rukovanje strojem	3	1	0	2
11	Održavanje i popravci	9	4	0	5
Ukupna ocjena, n		86	60	6	20
%		100	70	7	23

stituta Slovenije (*Gozdarskog inštituta Slovenije*) i Biotehničkoga fakulteta iz Ljubljane (*Biotehniška fakulteta iz Ljubljane*) ocjenjivalo je skider u Leskovo dolini tijekom zimske pauze. Odgovorili su na 86 pitanja od ukupno 92 obuhvaćena upitnikom. Preostalih šest pitanja smatrali su neprilagođenima procjeni ovoga skidera. Prema pravilima upitnika na pitanja su odgovarali na temelju njegovih objektivnih kriterija: ergonomske prihvatljivo (+), djelomično prihvatljivo (0) i neprihvatljivo (–).

Upitnik obuhvaća 11 područja ergonomske procjene. Ergonomske dizajn skidera Woody 110 nije u potpunosti zadovoljavao kriterije ni jednoga područja osim vidljivosti. Prema broju negativnih odgovora najlošije su ocijenjeni kontrolni instrumenti koji i nemaju preveliko značenje zbog relativno sporoga rada traktora i dodatnih strojeva, kao i upute za rukovanje strojem, te održavanje koje provodi sam vozač traktora. Odgovori iz upitnika prikazani su u tablici 5. 70 % je pitanja ocijenjeno prihvatljivima, 7 % djelomično prihvatljivima, a 23 % je ocijenjeno negativno jer skider ne zadovoljava u potpunosti jedan ili više kriterija ergonomske prihvatljivosti iz zastarjeloga i blagoga *Njemačkoga upitnika*.

Kada su prije nekoliko godina ocjenjivana ergonomska svojstva drugih traktora, doneseni su kriteriji prihvatljivosti za traktore u slovenskom šumarstvu prema kojima svaki traktor mora imati minimalno 70 % prihvatljivih ili djelomično prihvatljivih ocjena. Skider Woody 110 zadovoljava te kriterije, kao i još neki traktori – FIAT 605 s kabinom, Timberjack 208 i BELT GV 50. Međutim, skider Woody 110 *ne zadovoljava* neke osnovne sigurnosne zahtjeve, odnosno *ne postoje dokazi* da ih zadovoljava. Nadalje, u skladu s kriterijima koji su trenutno na snazi u Sloveniji, skider nije dobio pozitivnu ocjenu stručnjaka vezanu uz sigurnost na radu. Nedostaci su sljedeći: samo jedan izlaz iz kabine, oštri rubovi u kabini koji mogu uzrokovati ozljede vozača, nezaštićene cijevi hidraulike te nepostojanje testa čvrstoće kabine.

U sklopu procjene ergonomske značajke izrađeni su prijedlozi za poboljšavanje nedostataka. Neke ideje za poboljšanja donesene su i za pozitivne odgovore, a dio njih nije se odnosio samo na ergonomske značajke, već i na tehničke i radne. Ukupno su izrađena 34 prijedloga za poboljšanje značajki skidera. Njihova se kompleksnost i značenje u poboljšanju ergonomske prihvatljivosti znatno razlikuju. Mnogi od njih zahtijevaju tek male konstrukcijske izmjene, poput pomicanja ručke vrata za nekoliko centimetara. Drugi prijedlozi obuhvaćaju veće izmjene poput promjene oblika i veličine traktorske kabine. Ti su prijedlozi zajedno s opisom izmjena i detaljnim grafičkim prikazom na fotografijama traktora poslani proizvođaču. Mnogi će od njih zasigurno biti usvojeni u budućoj proizvodnji skidera Woody 110.

6. Literatura

- Gellerstedt, S., i dr., 1999: Ergonomic guidelines for forest machines. SkogForsk.
- ISO 2631: Guide for the evaluation of human exposure to whole-body vibrations.
- Košir, B., Lipoglavšek, M., 1999: Entwicklung des forstlichen Knickschleppers Woody mit hydrostatischem Antrieb in Slowenien. 33. Internationales Symposium »Mechanisierung der Waldarbeit« Sammelbuch, Zagreb 1999, str. 123–128.
- Košir, B., i dr., 2000: Razvoj in promocija gozdarskega zgibnega traktorja Woody new. Zaključno poročilo raziskav, BF Ljubljana.
- Rehschuh, D., Tzschökel, D., 1977: Checkliste für die ergonomische Beurteilung von Forstmaschinen. Mitteilungen des KWF, Band 19.
- Robek, R., Medved, M., 1999: Some Environmental and Ergonomic stresses during logging with skidders Woody 110 and Belt 70. Emerging harvesting issues in technology transition at the end of century, IUFRO meeting, Opatija.

Adresa autora:

Marjan Lipoglavšek
Biotehniška fakulteta
Univerza v Ljubljani
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Večna pot 83
1001 Ljubljana
SLOVENIJA
e-mail: lipo.marjan@bf.uni-lj.si

Kanabis među šumskim radnicima

M. D. Musson, R. N. O'Reilly

Sažetak

Droga koju šumski radnici na uzgajanju šuma i pridobivanju drva uzimaju na poslu razlog je za zabrinutost ne samo poslodavaca već i zdravstvenih radnika i osoba zaduženih za sigurnost šumskih radnika. Kako bi se utvrdili razmjeri uzimanja kanabisa, marihuane odnosno hašiša¹, novozelandski su šumski radnici anketirani prema pripremljenom upitniku na Sjevernom otoku na Novom Zelandu. U propitivanje je bilo uključeno 165 radnika i pripravnika. Rad obrađuje rezultate i odgovore šumskih radnika. Pokazalo se da je 77 % radnika na uzgajanju šuma i 54 % sjekača izjavilo da je uzimalo kanabis u posljednjih 12 mjeseci. 25 % ispitanih radnika na uzgajanju šuma uživalo je tu drogu na radnom mjestu, dok je isto to učinilo samo 14 % sjekača. Pripravnici su pokazali istu sklonost, pa je tako 41 % pripravnika na uzgajanju šuma uzimalo kanabis na poslu, u usporedbi sa samo 24 % sjekača pripravnika. Rezultati su također pokazali da radnici sa značajnim uživanjem kanabisa imaju visoku razinu nezgoda na radnom mjestu, a u uzgajanju šuma povećanje trajanja izostajanja s posla zbog nezgoda. Izostajanje je s posla dulje i prisutnije što je uzimanje kanabisa veće.

Ključne riječi: kanabis, uzgajanje šuma, iskorištavanje šuma, nezgode, učestali izostanci s posla

1. Uvod

Šumarska poduzeća i Zavod za sigurnost i zdravlje Ministarstva rada zabrinuti su zbog uzimanja droge među šumskim radnicima na Novom Zelandu. Da se ustanovi opseg uživanja kanabisa, provedena je anketa među radnicima na uzgajanju i iskorištavanju šuma u plantažnim šumama središnjega Sjevernoga otoka.

Istraživanje je također obuhvatilo utvrđivanje stavova šumarskih radnika glede uzimanja kanabisa na poslu i povremenoga testiranja na drogu. Prikupljeni su i podaci o izgubljenom vremenu zbog nezgoda na radu kao posljedice uživanja droge.

2. Ispitno istraživanje

Sastavljen je pokusni upitnik i provjeren na 14 pripravnika uzgajanja šuma. Poslije je izmijenjen kako bi se osigurala bolja čitljivost i poboljšalo razumijevanje. Ispitivanje je provedeno pojedinačno i skupno. Ukupno je ispitano 165 osoba, uključujući 43 radnika na uzgajanju šuma iz 7 skupina, 53 sjekača iz 3 sku-

pine i 45 pripravnika te 24 studenta upisana na novozelandski Šumarski fakultet, šumarski smjer. 52 % ispitane populacije činili su Maori, 14 % stanovnici pacifičkoga otočja, a 33 % bilo je Novozelanda europskoga podrijetla. Dva su ispitanika bila drugoga etničkoga podrijetla. 95 % ispitanika bili su muškarci; 5 % ispitanika bile su žene koje su isključivo bile iz skupine pripravnika i studenata.

Prosječna je životna dob i raspon godina za različite radne skupine bila: sjekači 32 (22 – 53), uzgajivači 21,6 (16 – 38), pripravnici 18,3 (15 – 32).

3. Rezultati

3.1. Uporaba

77 % uzgajivačkih radnika i 54 % sjekača uzimali su kanabis u posljednjih 12 mjeseci. Kod pripravnika je na uzgajanju šuma njih 94 % uzimalo kanabis u proteklih 12 mjeseci, kod pripravnika na iskorištavanju šuma bilo je 76 % uzimatelja, a kod studenata 63 %.

¹ Indijska konoplja; osušeni vršci enskih cvjetova ili njezinih osušenih vrhova imaju narkotičko djelovanje; dobivena droga dolazi i pod nazivom marihuana, hašiš ...

Za vrijeme radnoga vremena kanabis je uživalo samo 14 % ispitanih radnika na iskorištavanju, u usporedbi s 27 % ispitanih radnika na uzgajanju šuma. 24 % pripravnika na iskorištavanju, 41 % pripravnika na uzgajanju i 8 % studenata izjavilo je da su uzimali kanabis u radno vrijeme.

Za sve ispitanike prosječna dob početka uzimanja kanabisa je 15,5 godina, i tu nema velikih odstupanja među promatranim skupinama (uzgajivači 14,7, iskorištavači 16,1, pripravnici i studenti 15,8), iako su pojedinačni odgovori bili u rasponu 10 – 22 godine.

Tzv. teški uzimatelji (ovisnici koji jednom ili više puta na dan uzimaju drogu) imaju u prosjeku 20 godina. Prosječna dob redovitih uzimatelja (manje od jednom na dan, ali više od jednom na mjesec) iznosi 22 godine, dok povremeni uživatelji (manje od jednom mjesečno, ali više od jednom godišnje) imaju prosječnu dob od 24 godine. Prosječni je broj godina za neovisnike od kanabisa 27 godina.

Od ispitane populacije najveći postotak ovisnika, tzv. teških trošitelja, bio je iz etničke skupine Maora, dok su stanovnici pacifičkoga otočja tik iza njih. Europska etnička skupina imala je najveći broj povremenih i redovitih uzimatelja. Sve tri etničke skupine imale su približno isti postotak neovisnika o kanabisu.

Radnici s radnim iskustvom do 4 godine imali su najviši prosjek po radniku u tjedan dana (otprilike 10 puta tjedno); oni sa 6 godina radnoga iskustva imali su prosjek po radniku 8 puta u tjedan dana, dok oni s 8 godina radnoga iskustva prosječno posežu za kanabisom samo 3 puta tjedno. Radnici s više od 8 godina radnoga iskustva prosječno su uzimali kanabis 0,2 puta tjedno.

3.2. Stavovi

Radnici koji su uzimali kanabis u posljednjih 12 mjeseci bili su pri anketiranju zatraženi da odgovore na niz pitanja i izraze svoje stavove glede uživanja kanabisa na radnom mjestu. Pitanja su se kretala od njihova zapažanja o povezanosti uzimanja kanabisa i nesreća na radu, kakvoći rada, sve do razloga uživanja kanabisa tijekom radnoga vremena.

Odgovori su pokazivali znatne razlike u stavovima između radnika na uzgajanju i iskorištavanju šuma koji su uzimali kanabis u prethodnih 12 mjeseci.

Na primjer:

- 80 % je iskorištavača smatralo da su »ovisnici o kanabisu za vrijeme radnoga vremena skloniji nesreći«, u usporedbi s manje od 50 % radnika uzgajivača.
- Ni jedan se iskorištavač ne slaže s tvrdnjom da »uzimanje kanabisa na poslu pomaže opuštanju«, dok je pozitivan odgovor dalo 40 % uzgajivača.

- 80 % sjekača ne slaže se s tvrdnjom da »onaj tko je iskusan može uživati kanabis dok radi svoj posao« (10 % se slaže), nasuprot radnika na uzgajanju šuma, od kojih se 40 % slaže, a samo 25 % ne slaže (ostali su svrstani u kategoriju »ne znam«).
- 100 % radnika na iskorištavanju šuma ne slaže se s izjavom »podijeliti džoint (engl. *joint*) prijateljski je i prihvatljivo na poslu«, usporedno sa 60 % radnika na uzgajanju šuma; 15 % uzgajivača slaže se s tom izjavom.
- 65 % iskorištavača ne slaže se, a ni jedan nije za tvrdnju »kanabis smanjuje dosadu posla«; 44 % radnika na uzgajanju šuma slaže se s izjavom, a samo 30 % njih se ne slaže.
- 50 % radnika na iskorištavanju šuma ne slaže se (samo se 5 % slaže) s tvrdnjom »kanabis pomaže svladati fizičke teškoće posla«, dok se kod radnika na uzgajanju šuma s time ne slaže 25 %, a 40 % slaže se.
- 85 % iskorištavača ne misli da je »uz korištenje kanabisa kvalitetniji rad«, a ni jedan nije za tu izjavu, dok se 42 % uzgajivača slaže, a samo 35 % ne slaže.
- Samo 15 % iskorištavača izjasnilo se da bi se protivili uvođenju nadzora droge na radnom mjestu u usporedbi s preko 30 % zaposlenih uzgajivača. U prosjeku svih sektora 74 % ispitanika ne bi se protivilo uvođenju nadzora posjedovanja droge na radnom mjestu. Od onih koji bi prosvjedovali 92 % su bili ovisnici o kanabisu, a 68 % ih je razvrstano kao tzv. teški trošitelji, ovisnici o drogi.

3.3. Povezanost ovisnika o kanabisu i izgubljenoga vremena zbog nezgoda

Svaki ispitanik bio je zatražen da procijeni broj svojih nesreća na radu i trajanje izostanaka s posla u posljednjih 12 mjeseci prije istraživanja. Broj nesreća na radu iz svake skupine uživatelja kanabisa (neuživatelji, povremeni uzimatelji, redoviti uživatelji te ovisnici ili tzv. teški potrošači – engl. *heavy users*) podijeljen je s brojem pojedinaca unutar svake skupine radi dobivanja prosječne vrijednosti broja nesreća na radu po jednom radniku (tablica 1).

Jasno se može vidjeti da u područjima uzgajanja i iskorištavanja šuma povećanje uživanja kanabisa prati povećanje broja nesreća na radu. Statistički se razlikuje broj nesreća na radu između četiri skupine potrošača kanabisa. Prosječno je trajanje izostanka s posla uzrokovanih nesrećama na radu također izračunato za svaku skupinu potrošača (tablica 2).

Za radnike na uzgajanju šuma postoji pozitivan odnos između izgubljenoga radnoga vremena i ko-

Tablica 1. Prosječan broj nezgoda po radniku

Područje rada	Učestalost uporabe kanabisa	Broj nezgoda po radniku
Uzgojni radovi	Neuživatelj	0,17
	Povremeni uzimatelj	0,27
	Redoviti uživatelj	0,33
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	0,39
Radovi na pridobivanju drva	Neuživatelj	0,17
	Povremeni uzimatelj	0,19
	Redoviti uživatelj	0,31
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	0,41

Tablica 2. Prosječno trajanje izostanaka s posla uzrokovanih nezgodama

Područje rada	Učestalost uporabe kanabisa	Prosječno izgubljeno vrijeme, d
Uzgojni radovi	Neuživatelj	0,2
	Povremeni uzimatelj	1,2
	Redoviti uživatelj	1,4
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	2,1
Radovi na pridobivanju drva	Neuživatelj	1,0
	Povremeni uzimatelj	0,5
	Redoviti uživatelj	0,3
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	0,4

rištenja kanabisa. Kod radnika na iskorištavanju šuma postoji negativna veza, ali je taj rezultat pod velikim utjecajem jednoga neužitelja koji je izgubio dva-naest radnih dana.

3.4. Odnos između izostanaka s posla i uživanja kanabisa

Svi su ispitanici bili zatraženi da otprilike odrede broj bolesničkih dana koje su imali u posljednjih 6 mjeseci. Rezultati su bili zbrojeni na temelju uporabe kanabisa i podijeljeni s brojem radnika svake skupine da bi se dobio prosječan broj izostanaka s posla po radniku.

Tablica 3 pokazuje da radnici koji su redoviti uživatelj kanabisa i ovisnici o toj drogi imaju veći broj izostanaka od onih koji to nisu. Tzv. teški potrošači iz područja uzgajanja šuma imaju najveći prosječni broj izostanaka, dok su kod iskorištavača najčešće izostajali redoviti uživatelji droge.

Sve u svemu, skupina ovisnika o kanabisu ima dvostruko više izostanaka od povremenih uzimateља droge i neužitelja (apstinena).

Tablica 3. Prosječan broj izostanaka s posla

Područje rada	Učestalost uporabe kanabisa	Prosječno vrijeme izostanka s posla, d
Uzgojni radovi	Neuživatelj	3,6
	Povremeni uzimatelj	3,8
	Redoviti uživatelj	3,0
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	5,6
Radovi na pridobivanju drva	Neuživatelj	1,6
	Povremeni uzimatelj	1,0
	Redoviti uživatelj	5,0
	Ovisnici, tzv. teški potrošači	4,4

4. Sažetak i rasprava

Rezultati su pokazali da je većina ispitanih radnika na uzgajanju i iskorištavanju šuma upotrebljavala kanabis u proteklih 12 mjeseci. Samo je mali udio (otprilike 20 %) ispitanika rabilo drogu na radnom mjestu.

Postoji jaka veza između uzimanja kanabisa, dobi i radnoga iskustva. Mlađe dobne skupine sklone su češćemu uživanju droge.

Napomenuta razlika u stavu prema kanabisu između uzgajivača i iskorištavača je očita, vjerojatno odražavajući i dobnu razliku.

Većina ispitanih radnika ne bi se protivila testiranju na droge na poslu; oni pak koji bi se tomu protivili pretežno pripadaju mlađoj dobnoj skupini ovisnika o kanabisu.

Utvrđen je odnos između učestalosti uzimanja kanabisa i udjela izgubljenoga vremena zbog nezgode na radu i za radnike na pridobivanju drva i za uzgajivače. Za radnike na uzgajanju šuma također je utvrđena ovisnost trajanja izgubljenoga radnoga vremena zbog ozljeda na radu i učestalosti uzimanja droge. Značajan je interes usmjeren na ovisnost između uzimanja droge i udjela nezgoda. Razmjern je odnos količine uzimanja kanabisa s količinom izostanaka s posla za obje skupine, uzgajivače i iskorištavače.

Za uzgajivače je također ustanovljena veza između trajanja izostanaka s radnoga mjesta i količine uzimanja kanabisa. Prisutno je usredotočenje na odnos između uzimanja kanabisa i učestalosti nezgoda na radu.

Ipak, mora biti jasno da ova studija nije napravljena da pokaže uzrok i posljedice ispitane pojave, te se ovi rezultati ne bi trebali tako tumačiti. Životna je dob vjerojatno glavni čimbenik u određivanju uče-

stalosti uživanja kanabisa, broja nesreća i trajanja izostanaka, ili je moguće da su oni koji su ovisnici o kanabisu upravo takvi zbog toga što su imali više nesreća ili su bili češće bolesni.

Kakva god da je situacija, iz ove studije ne bi bio točan zaključak da povećano uzimanje kanabisa uzrokuje povećani broj nezgoda.

Organizacije koje se bave problematikom zloporabe droga u šumarstvu trebaju obratiti pozornost na sljedeće:

- (1) Prvo, kod svakoga pokušaja da se smanji uzimanje kanabisa mora se uzeti u obzir da najveći broj uživatelja kod ispitanih šumskih radnika uzima kanabis izvan radnoga vremena, tako da im je potrebna promjena opće kulture ili životnih navika; podučavanje se doima nužnim za postizanje uspjeha.
- (2) Drugo, budući da su mlađi radnici i pripravnici iskazivali učestalije uživanje kanabisa, program usmjeren novim i budućim mladim radnicima umjesto cjelokupnoj radnoj snazi mogao bi biti isplativiji.
- (3) Treće, zbog razlika u stavovima prema slobodi uzimanja kanabisa između radnika na iskorištavanju i uzgajanju šuma program usmjeren na uzgajivače čini se potrebnim.

Šumarstvo je Novoga Zelanda pozitivno odgovorilo na problem uživanja droge na brojne načine. Nacionalni program »ForestSafe«, potpomognut novozelandskom Udrugom šumovlasnika, pokrenut je da bi istaknuo skrb za zdravlje šumskih radnika kako bi ostali žustri i opreznici na poslu. »ForestSafe« cilja na mijenjanje navika i na poslu i izvan njega.

U tom su svjetlu kanabis i alkohol opisani kao čimbenici koji radnika izlažu opasnosti.

Također, zbog zabrinutosti za zdravlje i sigurnost svojih radnika veće su šumarske tvrtke potaknule obrazovnu pripremu s namjerom da se zaposlenici upoznaju s utjecajima droge i alkohola na ljude. Također su potaknuli trostruki program testiranja ovisnosti o drogi:

- Provjeravanje *prije zaposlenja* kojim se ustanovljuje tragovi alkohola ili droge u krvi.
- Provjera zbog tzv. *opravdanoga razloga*, koje se obavlja ako poslodavac smatra da se na radnom mjestu uzima droga ili alkohol.
- Provjera *nakon nezgode* koja može biti dio normalne istrage razloga nesreće za koju se sumnja da su ju uzrokovali droga i/ili alkohol.

Radnicima kojima su zadnja dva testa pozitivna ponudi se savjetovanje sa stručnim osobljem i mogućnost rehabilitacije s plaćenim troškovima. Daljnji pozitivan test na prisutnost droge kod zaposlenika nakon prolaženja rehabilitacije može dovesti do otkaza.

Šumarski su poduzetnici ohrabreni pokretanjem sličnih programa, ali postoje teškoće zbog nedostataka ustanova i nepravodobnoga pristupa savjetodavnim službama. Nedavno usvajanje takve prakse ne samo da ima potporu uključenih poduzeća i sindikata, već je, barem što se tiče jednoga poduzeća, pridonijelo potpuno drugačijemu stavu prema drogama te smanjenomu broju nesreća na radu unazad tri i pol mjeseca.

Adresa autora:

M. D. Musson
New Zealand School of Forestry
University of Canterbury
P. O. Box 4800 Christchurch
NEW ZEALAND

R. N. O'Reilly
New Zealand School of Forestry
University of Canterbury
P. O. Box 4800 Christchurch
NEW ZEALAND
e-mail: r.oreilly@fore.canterbury.ac.nz

Proizvodnost i radno opterećenje pri iskorištavanju prirodnih šuma u Turskoj

H. Hulusi Acar, Tetsuhiko Yoshimura

Sažetak

Šumski radnici u Turskoj rade u teškim uvjetima, na velikim visinama, na teškim i nepreglednim terenima. Pritom je nužna prilagodba za rad u šumi zbog udaljenosti radilišta od naselja, a time i društvenoga okruženja, postoji obveza rada uglavnom u dnevnim satima s dovoljnom vidljivošću, mora se skrbiti za uzgojne radove, postoji velik broj najamne radne snage i visok rizik od nesreća kao rezultat rada na otvorenome, a zauzvrat, nadnica im je niža od fizičkih radnika u drugim industrijskim granama.

Zaposlenici se u šumarstvu prema njihovoj godišnjemu rasporedu rada mogu svrstati u sljedeće tri skupine: stalni radnici, sezonski radnici i najamni radnici. Šumski radnici u Turskoj uglavnom rade tijekom proljeća, ljeta i jeseni. Većina su šumskih radnika najamni i sezonski šumski radnici, dok su ostali stalni zaposlenici. Zbog problema prehrane, poduke, smještaja i hodanja rad se radnika u šumi ne smatra privlačnim poslom. U Turskoj je na razne načine vezano poslom u šumarstvu oko 30 tisuća šumskih radnika. Oni rade na sječi i izradbi te privlačenju i prijevozu trupaca.

Šumska su područja u Turskoj uglavnom smještena u planinama. Zbog toga je šumski rad otežan topografijom šumišta i drugim terenskim uvjetima. Potražnja se za šumskim radom smanjila zbog zdravstvenih problema šumskih radnika, nezadovoljavajuće plaće, teških radnih uvjeta i visokoga rizika od ozljeda. Ti neželjeni uvjeti posljedično negativno utječu na proizvodnost šumskih radnika.

Ključne riječi: šumski radnik, zdravlje, strmi tereni, područje istočnoga Crnog mora, Turska

1. Uvod

Šuma je skup drveća koje je obnovljivo održivi resurs. U svijetu čovjek i priroda ozbiljno utječu na šume u planinskim područjima. Dan za danom, unatoč rastućoj ekološkoj svijesti, zbog gospodarskih zahtjeva ova loša situacija ne može biti riješena. Iako su možebitne šume u svijetu prirodna šumska područja, dnevno pod utjecajem ljudi i požara ta se područja smanjuju i kao rezultat toga u šumarstvu raste značenje uzgajanja šuma.

Uglavnom se šumarske djelatnosti mogu sažeti na planiranje, uzgoj, zaštitu šuma i tržišnu sastavnicu. Razmatraju se vrlo različiti projekti u svezi sa šumskim cestama, rasadnicima, šumskom divljači, nacionalnim parkovima i nadgledanjem šuma. Te se različite studije provode na velikim površinama i raštrkanim terenima. Ukratko, u različitim zemljopisnim i klimatskim područjima, u prirodi, ispitivana šumska radna snaga izložena je teškim fizičkim i psihičkim radnim uvjetima.

Šumska je radna snaga u težem položaju u usporedbi s drugim industrijskim granama. Razlozi tomu leže u teškom radu, seoskim područjima oko radilišta, teškim, nezdravim i nesigurnim uvjetima rada, ograničenoj mehanizaciji, fiziološkim i ekonomskim manjkavostima. Ukratko, radni uvjeti, kao što su radna obveza u određenim vremenskim razmacima i podcijenjeni položaj na poslu, ograničeno osposobljavanje i vježbanje, nezadovoljavajući socijalni položaj, obvezan timski rad, problem prehrane, zdravstveni problemi, udaljenost od mjesta rada i pješačenje, kao i manjak nadzora, smanjuje zanimanje za šumski rad.

Da bi se povećala proizvodnost šumskih radnika, oni bi trebali imati redovite zdravstvene preglede, kola bi hitne pomoći trebala biti u blizini spremna za pružanje pomoći u slučaju potrebe, prva bi pomoć trebala biti uvijek pri ruci spremna za upotrebu. U Turskoj je ustanovljeno da mnogi šumski radnici pate od reume, ozljede leđa, ramena, ruku i nogu, te od

bolesti jetre, pluća i srca. Šumski bi radnici trebali imati veće plaće i socijalno osiguranje ne bi li se motivirali i time povećala njihova proizvodnost.

U studiji je prikazana većina šumske radne snage u Turskoj, posebno položaj radnika u proizvodnji. Nadalje, istraženi su zdravstveni problemi uobičajeni u tim djelatnostima.

2. Položaj šumske radne snage u Turskoj

S 99 % šumišta u Turskoj gospodari država. U šumarstvu je privatno gospodarenje toliko rijetko da je zanemarivo. Ministarstvo šumarstva je 1998. zapošljavalo 2677 stalnih radnika, 11 234 sezonskih i 11 000 radnika na gašenju požara, dakle ukupno 24 911. Ti su radnici razvrstani kao stalni, sezonski i najamni (Müdürlüğü 1998).

Interes je za šumskim radom u padu zbog zdravstvenih problema šumskih radnika, nezadovoljavanja plaća, visokoga rizika od ozljeda i teških uvjeta rada. Ti neželjeni uvjeti negativno utječu na proizvodnost šumskih radnika.

Sljedeći su primjeri zaposlenja karakteristični za te radnike, ovisno o vremenu i mjestu rada: za stalno zaposlene radnike – radnici u nacionalnim parkovima, za sezonske radnike – radnici na sprječavanju i gašenju požara, za najamne radnike – radnici u proizvodnji. Većina su šumskih radnika u Turskoj proizvodni radnici i radnici na požarištima. Broj je radnika u stalnom radnom odnosu manji od broja u drugim dvjema skupinama zajedno.

Većina su radnika u Turskoj muškarci, ali se u radnicima povećava broj radnica. To je moguće zbog prirode radnoga mjesta, teškoće rada i njegove organizacije. Nadalje, važni su razlozi i uvjeti na radnim mjestima: organizacija, osiguranje, dobivena odjeća i sigurnost. Radnici ne koriste jednostavnu opremu za rad kao što su šljem i rukavice. U praksi ni sindikati nisu mogli riješiti te probleme.

Radni su uvjeti neposrednih šumskih radnika djelomično bolji. Pružanje smještaja u prikolicama, barakama i šatorima smanjuje udaljenost do mjesta rada. Proizvodnost se može povećati pravodobnom raspodjelom potrebne hrane. Osiguravanjem posebnih potreba, kao što su psihološka utjeha i dovoljna ekonomska zarada, proizvodnost se rada povećava.

Prehrana je šumskih radnika problem jer nije organizirana. To često uzrokuje nedostatak hrane. Nadalje, sami radnici moraju nabaviti radnu odjeću te osnovnu radno-zaštitnu opremu.

Podučavanje je šumske radne snage nedovoljno i osposobljavanje se uglavnom temelji na stjecanju iskustva. U prošlosti su postojali radnički edukacijski

kampovi. Ti su kampovi ustupili svoje mjesto radnom iskustvu. Još se uvijek organiziraju kratki tečajevi za neke specijalne strojeve.

Zdravstveni su pregledi radnika prerijetki. Postoji periodični nadzor i skupina za prvu pomoć, ali samo teoretski jer nisu prisutni na radnom mjestu.

Neki su šumski radnici osigurani, neki nisu. Posebno za proizvodne radnike rad bez osiguranja ne dolazi u obzir. Prema stavu sindikata radnici bi trebali nastaviti raditi u nepovoljnim uvjetima. Teški su radni uvjeti zimi te se veći napori više plaćaju, ali takve dodatne zarade ne mogu poboljšati radničku mjesečnu plaću.

3. Istraživanje zdravstvenih problema radnika tijekom rada u šumi

3.1. Izvješća i metode

U ovoj se studiji razmatraju izvješća propitnoga istraživanja provedenoga na skupini proizvodnih radnika u istočnom dijelu Crnoga mora tijekom posljednje tri godine. Studijom su obuhvaćeni radnici koji rade u šumskim poduzećima Yusufeli i Iskenderun. Radnici su izabrani nasumce, a prije su pripremljeni obrasci s pitanjima koji se ispunjavaju tijekom razgovora sa svakim radnikom ponaosob. Za početak su radnici grupirani s obzirom na dob: 15 – 30, 30 – 45 i stariji od 45 godina. Istodobno se određivala veličina tijela i fizička struktura radnika koja bi odgovarala šumskom radniku. Kao kriterij su uzeti širina ramena, lopatica i zapešća.

Pitanja pripremljena za upitnik služe istomu cilju, ali sadrže različite teme u skladu s njihovim sadržajem. Da bi se zadržala cjelovitost upitnika, na pitanja se mora odgovarati sljedećim, skladno određenim glavnim temama:

- Pitanja koja mogu odrediti socijalno-ekonomski položaj radnika i pitanja o životnom standardu šumskih radnika regije.
- Zdravstveni položaj radnika, pitanja koja mogu biti postavljena da se odredi jesu li zdravstveni problemi šumske radne snage uzrokovani uvjetima rada.
- Uzroci zdravstvenih problema; ovi problemi mogu biti uzrokovani šumskim radnim uvjetima ili radom na vlastitom privatnom posjedu.

Rezultat je upitnika procijenjen jednostavnim statističkim metodama. Za procjenu je preporučeno najmanje 30 radnika.

3.2. Rezultati i rasprava

Nakon procjene rezultata upitnika došlo se do sljedećih rezultata. Anketa je provedena na 35 proiz-

vodnih radnika u Upravi šumskoga poduzeća Yusufelija i 30 proizvodnih radnika u Upravi šumskoga poduzeća Iskenderuna (Acar i Şentürk 1997).

Uočeno je da su mladi radnici u Yusufeliju slabe tjelesne građe, dok u Iskenderunu nema slabo građenih mladih radnika. Stopa oženjenih raste ovisno o dobi.

Pri pregledu radnika zbog njihovih zdravstvenih problema njih 59,67 % u Yusufeliju i 80,27 % u Iskenderunu imalo je normalan krvni tlak. Bolest je proširenih vena među radnicima u Yusufeliju rijetka, ali raste sa starošću. U Iskenderunu samo skupina starija od 30 godina ima proširene vene, i to samo njih 11,25 %. Promatramo li bolesti koje izazivaju bol, u Yusufeliju 40,46 % radnika ima reumu, a 33,38 % radnika bolove u leđima. U Iskenderunu je najčešća bolest bol u leđima sa 68,67 %, druga je reuma s 32,38 %. Broj je radnika u Yusufeliju koji imaju bolove u vratu i ramenu ili ruci odnosno nozi manji od broja radnika s istim problemima u Iskenderunu. 51,27 % radnika zaposlenih u Yusufeliju osjećaju umor i slabost, a hladnoću u ruci odnosno nozi njih 51,10 %. U Iskenderunu slabost i umor osjeća 63,83 % radnika.

Radnici u predjelu Yusufelija imaju psihičke probleme, kao što su nervoza (38,66 %) i umor (39,53 %). U Iskenderunu ima 44,97 % nervoznih radnika. S druge strane, u Yusufeliju su na prvom mjestu uočeni problemi s plućima, bronhitis i gripa. U Iskenderunu je postotak bronhitisa i gripe veći – 45,18 %, zatim želučane bolesti 12 %. Bolesti kao što su ekcemi, svrab, razne gljivične bolesti, ozljede stopala i ruke, ozljede kralježnice i glave, modrice i iščašenja – viđene su u Iskenderunu češće nego u Yusufeliju.

Bolest bijelih prstiju uočljiva je kod radnika koji rade dulje vrijeme s motornom pilom. Kao rezultat vibracija boja prstiju i šaka mijenja se u žutu poput svijee. Motornom pilom obično rade mladi radnici jer su snažniji.

Uzrok fizioloških problema nije isključivo šumski rad. Nepovoljan socijalno-ekonomski položaj, obiteljski problemi i slaba prilagođenost društvenom okruženju imaju negativan utjecaj na radnike. Šumski su radnici na svom poslu uvijek suočeni s opasnošću, dok ih istodobno malena zarada čini vrlo potištenima. Stoga se učestalo pojavljuju fiziološki poremećaji kao što su umor, nesanica i glavobolja.

Šumski su radnici osuđeni jedni na druge. Upravo je ta karakteristika njihova posla jedan od uzroka nesreća na radu. Glavni su razlozi takvih nesreća pogreške pojedinaca, okolišni utjecaj, manjak opreme, nedovoljna pažnja na poslu i grješke koje potječu iz radne okoline.

Radnici su u proizvodnji uglavnom muškarci.

U studiji je utvrđeno da su razlozi promatranih bolesti, kao što su razni ekcemi poput svraba i gljivičnih bolesti – njihovo znojenje, nemijenjanje znojne odjeće i nošenje neprikladne obuće.

Što se tiče navika radnika, uočljivo je da su obje skupine veći potrošači alkohola i cigareta. Navika pijenja alkohola mijenja se ovisno o regiji – u Iskenderunu je ona značajna. Navika pijenja čaja i kave uobičajena je u obje skupine. Primijećeno je da radnici nemaju naviku razgibavanja (vježbanja). Općenito, radnici su skloni pijenju i pušenju zbog ograničenih društveno-zabavnih mogućnosti.

Prema procjeni se u Turskoj rad u šumi održava kao ekonomska nužnost, ali šumarstvo nikako nije dobra gospodarska grana. Radni su uvjeti vrlo nepovoljni u ekonomskom i društvenom pogledu. Razlozi su tomu težak rad, nedostatak osiguranja, neorganizirana prehrana i nepovoljni fiziološki uvjeti. Takvi radni uvjeti povećavaju broj nesreća. Također i tehnički napredak u šumarstvu ima negativan učinak zbog nepripremljenosti radnika.

4. Zaključci i preporuke

U Turskoj je šumska radna snaga glavna grana zaposlenja u skupini teških fizičkih poslova. No, nema dovoljno angažiranosti i pothvata da bi se taj rad podigao na zadovoljavajuću razinu. Suočen je s mnogim problemima od kojih su najvažniji zdravstveni.

S gledišta rezultata procjene zdravlja šumski radnici najčešće obolijevaju od psihičkih bolesti, nervoze, umora i nesanice, a od ostalih bolesti to su ponajprije bronhitis, gripa, ekcemi i svrab. One su uzrokovane teškim radom, nedostatnom prehranom i neodgovarajućim oblačenjem te nepovoljnim radnim uvjetima.

Uočeno je da se bolesti pogoršavaju sa starošću šumskih radnika. Razlozi su neuspjeha u rješavanju zdravstvenih problema šumske radne snage udaljenost od mjesta rada, manjak ekonomske sigurnosti i nepostojanje socijalnoga osiguranja.

Stoga se moraju primijeniti ova pravila radi poboljšanja položaja šumske radne snage u Turskoj:

- prehrana je, te smještaj i radna odjeća stvar sindikata
- treba uvesti socijalno osiguranje svim radnicima
- treba organizirati redovite zdravstvene usluge i pokretnu zdravstvenu skupinu
- mora se poboljšati organizacija radilišta, disciplina, psihologija radnika te edukacija i trening
- razvoj mehanizacije i ergonomski dosezi moraju se primijeniti u šumskom radu.

5. Literatura

Acar, H. H., Şentürk, N., 1997: An Investigation on Forest Worker's Health in Yusufeli and Iskenderun. *Journal of I. U. Forestry Faculty*, A, 47 (2): 95–109.

Müdürlüğü, O. G., 1998: Data of General Directory of Forestry. Ankara.

Adresa autora:

H. Hulusi Acar
Karadeniz Technical University
Forestry Faculty
Forest Engineering Department
61080 Trabzon
TURKEY
e-mail: hlsacar@risc01.ktu.edu.tr

Tetsuhiko Yoshimura
Kyoto University
Graduate School of Informatics
Kyoto 606-8501
JAPAN
e-mail: yoshimu@i.kyoto-u.ac.jp

»Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, danas (1991 – 1999) i sutra, u 21. stoljeću

Ivan Tarnaj, Josip Dundović

Sažetak

Republika Hrvatska s 0,51 ha šume po stanovniku ubraja se u Europi (izuzev dijela Skandinavije) u zemlje sa značajnom šumskom površinom po stanovniku. Šumsko zemljište zauzima 43,5 % Hrvatske. Od toga »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb (dalje HŠ), gospodare s 80 %, privatni šumovlasnici s 19 % i ostale državne ustanove s 1 % od ukupno 2,49 milijuna ha šumskoga zemljišta.

U radu su prikazane osnovne značajke hrvatskoga šumarstva danas i rezultati poslovanja »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, kao jedinstvenoga poduzeća koje gospodari šumama i šumskim zemljištem u Republici Hrvatskoj. Nakon osam godina potrebno je obnoviti postavljene ciljeve i ustroj poduzeća. Poslije ostvaraja općih ciljeva (stvorena je država, rat je iza nas) javljaju se nove gospodarske potrebe za promjenom položaja javnoga poduzeća HŠ, koje nije ni poduzeće u smislu trgovačkoga društva, ni ustanova jer ne živi od proračuna. Ta je dvojnost u položaju pogubna. Pri donošenju odluka mora se tražiti političko mišljenje, a pri podmirivanju obveza djeluje kao trgovačko društvo.

HŠ kao veliki sustav često je neprilagodiv. Zemlje tržišnoga gospodarstva imaju usklađen sustav tržišta. U nas se stvar izokrenula i misli se da je tržište neusklađeno te se upada u zbrku. Posljedica je toga mišljenje da se ništa ne isplati proizvoditi, a nerealni tečaj kune smanjuje izvoz. Drona je industrija kao najveći hrvatski izvoznik i najveći kupac proizvoda »Hrvatskih šuma« nekonkurentna, što se višestruko prenosi i na šumarstvo. Na domaće nedade nadovezale su se i vanjske. Zemlje prijelaznoga gospodarstva nude zapadnomu tržištu drvo po nižim cijenama, jer izvoz potpomaže država. Ni »Hrvatske šume« ni drona industrija takvu potporu nemaju.

Gdje je izlaz iz nastale situacije? Mislimo da vlasnik, to jest država, konačno treba odrediti što želi od šumarstva: da ono bude dobitno ili poluga koja će pokrenuti ostalu industriju, a ova kroz izvoz visokofinaničnih proizvoda uvišestručiti učinke šumarstva. No, takvo određenje ne postoji. Isto tako, trenutni položaj poduzeća je neodrživ, i ono će se iz javnoga poduzeća morati preoblikovati u trgovačko društvo u državnom vlasništvu. Budući da poduzeće sada funkcionira po Zakonu o šumama, a ne po Zakonu o trgovačkim društvima, treba stvoriti zakonske pretpostavke za preustroj u društvo kapitala. Iz toga bi trebao nastati suvremeni oblik ustroja šumarstva, kakav je u srednjoj Europi. Poduzeće mora zbog sigurnosti proizvodnje i razvoja proizvodnje biti opremljeno za obavljanje poslova temeljnih djelatnosti. Budućnost je »Hrvatskih šuma« u novim ulaganjima u proizvodnu opremu, koja je stara i neučinkovita. Za taj iskorak bit će potreban zajam. U odnosima s dronom industrijom »Hrvatske šume« su i po cijenu vlastite likvidnosti produžile rokove plaćanja za pojedine drvene sortimente, želeći tako pridonijeti njezinu ozdravljenju, jer samo tržišno konkurentna drona industrija jamči i sigurniji život šumarstva.

Dakle, »Hrvatske šume« nalaze se na svojevrsnoj prekretnici i traže bolje putove gospodarenja šumama. One će se morati preoblikovati iz javnoga poduzeća u trgovačko društvo u državnom vlasništvu. Preustrojem treba pronaći optimalnu organizaciju šumarstva te omogućiti decentralizaciju i stvoriti uvjete za motivaciju šumarskih stručnjaka i ostalih zaposlenika u poduzeću.

Glavne riječi: »Hrvatske šume«, preustroj, proces proizvodnje, organizacija šumarstva, decentralizacija, motivacija

1. »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, danas (1991 – 1999)

Ustavnom odredbom šume su proglašene *općim dobrom od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku*, a Zakonom o šumama (pročišćeni tekst: NN 52/90, 61/91 i 71/93) uređeni su odnosi u gospodarenju šumama. U Hrvatskoj je 95 % šuma prirodne strukture, a samo je 5 % umjetno podignutih šuma ili šumskih kultura. »Hrvatskim šumama« povjereno je gospodarenje tim bogatstvom ponajprije radi njegova očuvanja i povećanja za buduća pokoljenja. One osiguravaju jednostavnu i proširenu biološku reprodukciju šuma.

Šumsko zemljište u Republici Hrvatskoj čini jedinstveno šumskogospodarsko područje na 2 485 300 ha, što je 44 % njezine kopnene površine. »Hrvatske šume« gospodare s 80 %, privatni vlasnici s 19 %, a ostale državne institucije s 1 % šuma i šumskoga zemljišta.

»Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, javno su poduzeće za gospodarenje državnim šumama i šumskim zemljištem. Poduzeće je u državnom vlasništvu, a utemeljeno je odlukom Sabora Republike Hrvatske 5. listopada 1990. Radom je počelo 1. siječnja 1991. godine. »Hrvatske šume« u šumovitoj Hrvatskoj igraju značajnu gospodarsku i društvenu ulogu.

Poduzeće je ustrojeno *funkcionalno* (od službi u Direkciji i odjelima u upravama šuma) i *teritorijalno* (od Direkcije u Zagrebu, 16 uprava šuma i 171 šumarije s revirima) kao jedinstveno poduzeće u cijeloj Republici Hrvatskoj.

Poduzećem upravlja Upravni odbor od devet članova, od kojih šest imenuje Vlada Republike Hrvatske, a trojicu članova biraju zaposlenici poduzeća. Poduzeće zastupa i predstavlja direktor, kojega na prijedlog ministra poljoprivrede i šumarstva imenuje Vlada Republike Hrvatske. U poduzeću je stalno zaposleno oko 10 000 zaposlenika, od kojih oko 1200 s fakultetskom naobrazbom, te oko 1230 zaposlenika u društvima ograničene odgovornosti.

Na 1 991 573 ha površine kojom gospodari HŠ raste 278 milijuna m³ drva, koje godišnje priraste 8,1 milijun m³, od čega se može i treba godišnje posjeći 4,9 milijuna m³ drva. U drvnjoj zalihi najzastupljenije su *bjelogorične vrste*: bukva 37 %, hrast lužnjak 16 %, hrast kitnjak 10 %, grab 8 %, jasen 4 %. Udio *crnogoričnih vrsta* tek je 14,5 %, od čega jele 10 %, smreke 2 %, crnoga bora 1 %.

Najvrjednije šumske sastojine sjemenjače čine 64 %, panjače i šikare 32 %, a razni degradirani oblici 3 % obraslih površina. Plantaže čine tek 1 % svih površina obraslih šumom.

»Hrvatske šume« na 484 ha vlastitih rasadnika godišnje proizvedu 30 – 35 milijuna sadnica i od toga

se na terenu posadi 15 – 18 milijuna *sadnica*, a u 379 sastojina približne površine 18 000 ha selekcioniraju i prikupljaju *šumsko sjeme*.

Na 263 872 ha »Hrvatske šume« gospodare s više zaštićenih objekata prirode, kao što su parkovi prirode, specijalni šumski rezervati, park-šume, značajni krajolici i dr. Osim zaštitnih šuma koje se nalaze u parkovima prirode, postoji još 51 163 ha zaštitnih šuma kao posebni odsjeci. U odnosu na ukupnu površinu kojom gospodari HŠ, 16 % čine zaštitne šume i šume posebne namjene.

HŠ gospodari s 32 *lovišta* i 8 *uzgajališta divljači* na ukupnoj ploštini od 386 646 ha. U lovištima poduzeća najbrojnije su vrste divljači: fazan, obični zec, obična srna, divlja patka, divlja svinja, obični jelen, jelen lopatar, medvjed, muflon, ris ...

HŠ podupire izdavanje znanstvenih i stručnih radova te pripremu i održavanje znanstvenih skupova i stručnih savjetovanja i skupova (na primjer IUFRO '99 u Opatiji).

Stipendira se i veći broj učenika i studenata. Sva se godine značajan broj zaposlenika upućuje na poslijediplomske studije ili druge oblike stručnoga usavršavanja.

HŠ financira *Program znanstvenoistraživačkog rada* Šumarskoga fakulteta u Zagrebu i Šumarskoga instituta u Jastrebarskom (prosječno s 8,0 mil. kuna godišnje).

Najznačajniji su ciljevi poslovanja »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb:

- jedinstveno gospodarenje šumama u cijeloj Republici Hrvatskoj u skladu s općim interesima
- trajno ulaganje u obnovu šuma i podizanje ekološke vrijednosti šuma
- održavanje postojanosti i cjelovita zaštita šuma
- racionalna proizvodnja u tržišnim uvjetima
- visoka kakvoća proizvoda i bolja iskorištenost šumske biomase
- optimalna otvorenost šuma šumskim prometnicama
- promicanje značenja i uloge šume i šumarstva
- promicanje svih preuzetih međunarodnih obveza (sve rezolucije ministarskih konferencija iz Strassburga, Helsinkija, Lisabona i dr.)
- sudjelovanje u međunarodnim istraživačkim projektima (COST i dr.).

Gospodarenje se obavlja prema Šumskogospodarskoj osnovi područja, koja vrijedi do 2025. godine. Gospodarenje šumama obuhvaća djelatnosti:

1. *jednostavnu i proširenu biološku reprodukciju šuma*
2. *iskorištavanje šuma i šumskih zemljišta, nasada i sporednih šumskih proizvoda (plodina, ljekovitoga bilja, humusa, mahovine i dr.), vađe-*

nje pijeska, kamena i šljunka te prometanje šumskim proizvodima

3. korištenje općekorisnih funkcija šuma
4. izgradnju i uporabu šumskih prometnica i drugih objekata radi gospodarenja šumama.

Obujam ostvarene proizvodnje prikazan je u tablicama 1, 2 i 3.

Radi racionalizacije, učinkovitosti, probitačnosti i tržišnoga poslovanja »Hrvatske šume« značajan dio radova u gospodarenju šumama ostvaruju u privatnom poduzetništvu, odabirom najpovoljnijih izvođača.

Tablica 1. Planirana i ostvarena proizvodnja 1991–1999. u $10^3 \cdot \text{m}^3$

Godina	Planirano			Ostvareno		
	Oblo- vina	Prostor- no	Ukupno	Oblo- vina	Prostor- no	Ukupno
1991.	2 005	1 850	3 855	1 649	1 323	2 972
1995.	1 387	1 414	2 801	1 399	1 205	2 604
1996.	1 496	1 528	3 023	1 468	1 403	2 871
1997.	1 682	1 594	3 276	1 597	1 517	3 114
1998.	1 645	1 725	3 370	1 638	1 434	3 072
1999.	1 611	1 606	3 217	-	-	-

Razvoj poduzetništva jedno je od temeljnih opredjeljenja HŠ-a, što je definirano i *Programom razvoja* (1991–2025).

Radovi u uzgajanju šuma i građevinarstvu ostvaruju se s više od 50 % u privatnom poduzetništvu. Sječa i izradba drva koju izvode poduzetnici i mjesno pučanstvo samoizradom obavlja se približno s 40 %, privlačenje drva s 50 %, a prijevoz drva sa 60 % (tablice 4 i 5).

No, valja reći da privatno poduzetništvo dobrim dijelom i kvalitetno nazaduje u tehničko-tehnološko-organizacijskom pogledu, zbog čega kvaliteta obavljenih radova nije na zadovoljavajućoj razini. Razlozi su takvu stanju što poduzetnici rade s opremom koja je kupljena kao već stara i zastarjela, uglavnom od HŠ-a. Zato o ovom problemu u idućem razdoblju HŠ mora voditi posebnu brigu.

»Hrvatske šume« gospodare s 14 500 km *šumskih prometnica* (stanje 31. 12. 1998); 400 km asfaltiranih, 12 100 km makadamskih i 2000 km s neizgrađenim donjim strojem, od kojih su 1700 km protupožarne prometnice s elementima šumskih cesta.

Izgrađene šumske prometnice bitno utječu na razvoj šumarstva, a značajne su i za ukupno gospodarstvo i »prohodnost« države. Protupožarne su pro-

Tablica 2. Ostvareni, planirani i propisani radovi na *jednostavnoj* biološkoj reprodukciji šuma 1995–1999. godine, ha

Naziv rada	1991.	1995.	1996.	1997.	1998.	Plan 1999.	Propis ŠGOP
Pripremni radovi na obnovi šuma	6 891	9 258	7 295	6 206	6 478	7 483	9 298
Sadnja i sjetva u sastojini	1 600	2 373	2 145	1 266	2 145	781	1 586
Popunjavanje u sastojini	1 687	2 386	2 123	1 410	1 424	1 299	1 743
Njega pomlatka i mladika	13 752	14 492	14 381	13 041	15 286	16 487	14 326
Čišćenje sastojina	5 945	6 726	6 280	7 511	7 366	7 170	8 587
Ostali radovi (njega kultura)	-	1 212	760	1 448	630	1 132	1 625
Resurekcija degradiranih šuma	-	18	56	75	71	-	5

Tablica 3. Ostvareni, planirani i propisani radovi na *proširenoj* biološkoj reprodukciji šuma 1991–1999. godine, ha

Naziv rada	1991.	1995.	1996.	1997.	1998.	Plan 1999.	Propis ŠGOP
Pripremni radovi na tlu i sastojini	337	2 025	1 374	1 170	4 045	5 326	1 561
Resurekcija	209	100	62	95	-	-	-
Konverzija	-	178	314	516	174	146	271
Pošumljavanje	847	1 496	1 275	1 620	1 791	1 846	2 152
Sanacija	198	538	975	615	441	812	271
Popunjavanje	-	398	277	216	460	323	382
Njega novih kultura do 1/5 ophodnje	3 537	2 462	2 942	2 617	2 458	4 016	3 147

Tablica 4. Ustroj proizvodnje prema davateljima usluga u sječi i izradbi drvnih sortimenata u $10^3 \cdot \text{m}^3$

Godina	Vlastiti rad	Usluge d.o.o.-a	Usluge drugih	Samoizrada	Ukupno (1 do 4)	Udjel vlastitoga rada i d.o.o.-a, %
0	1	2	3	4	5	6
1994.	1 700	-	682	437	2 818	60,3
1995.	1 610	-	607	388	2 604	61,8
1996.	1 784	-	502	584	2 870	62,2
1997.	1 878	-	504	733	3 114	60,3
1998.	1 950	45	419	658	3 072	64,9
Plan 1999.	2 260	-	353	604	3 217	70,3

Tablica 5. Ustroj proizvodnje prema davateljima usluga na privlačenju i iznosu drvnih sortimenata u $10^3 \cdot \text{m}^3$

Godina	Vlastiti rad	Usluge d.o.o.-a	Usluge drugih	Ukupno (1 do 3)	Udjel vlastitoga rada i d.o.o.-a, %
0	1	2	3	4	5
1994.	1 120	-	1 253	2 373	47,2
1995.	1 060	-	1 089	2 149	49,3
1996.	1 215	-	1 005	2 220	54,7
1997.	1 201	-	1 213	2 415	49,7
1998.	638	658	1 115	2 411	53,7
Plan 1999.	759	657	1 186	2 602	54,4

metnice, uza sve ostale mjere zaštite, bitan doprinos očuvanju naših šumskih ekosustava.

Financiranje gospodarenja šumama i šumskim zemljištima većinom se osigurava *prodajom drva* (tablice 6 i 7).

Polazeći od gospodarenja na temelju šumskogospodarske osnove područja, na jedinstvenom području Republike Hrvatske, a vodeći računa o podmirenju potreba za drvom te razvoju drugih gospodarskih

djelatnosti, značenju i ulozi šuma pri oblikovanju prostora i ostvarivanju prirodne ravnoteže u prostoru, svekolikom značenju šuma u ostvarivanju njihovih općekorisnih funkcija, uz posebnu skrb za šume i šumsko zemljište na kršu, *trajni je cilj i zadatak komercijalnoga poslovanja da se prodajom šumskih proizvoda osiguraju sredstva za jednostavnu i proširenu biološku reprodukciju šuma na osnovi racionalne šumarske proizvodnje, s usmjeravanjem prodaje prema postignu-*

Tablica 6. Prodaja drvnih sortimenata po vrstama od 1995. do 1998.

Godina	Trupci	Tanka oblovina	Celulozno drvo	Ogrjev	Ukupno
	m^3				
1995.	1 275 000	56 000	440 000	859 000	2 630 000
1996.	1 388 000	46 000	357 000	1 143 000	2 934 000
1997.	1 491 000	37 000	436 000	1 168 000	3 132 000
1998.	1 515 000	38 000	386 000	1 029 000	2 968 000
Plan 1999.	1 545 000	66 000	498 000	1 108 000	3 217 000
Izvrš. do 31. 5. 1999.	714 000	11 000	118 000	368 000	1 211 000

Tablica 7. Prodaja trupaca prema načinu prodaje od 1995. do 1999.

Godina	Ugovor		Domaća licitacija		Međunarodna licitacija		Blagajna		Ukupno
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	
1995.	732 000	59	359 000	28	103 000	8	81 000	7	1 275 000
1996.	952 000	69	234 000	17	73 000	5	129 000	9	1 388 000
1997.	1 131 000	96	105 000	7	74 000	5	181 000	12	1 491 000
1998.	1 101 000	93	295 000	19	76 000	5	43 000	3	1 515 000
do 31. 5. 1999.	563 382	65	77 698	16	52 361	34	20 107	46	713 548

tomu stupnju finalizacije u domaćoj drvenoj industriji, odabirući kvalitetne kupce dobrog boniteta, solventne prema poduzeću, uvažavajući pritom tržište te postizanje optimuma prihoda prodajom glavnih i sporednih šumskih proizvoda.

Organ upravljanja HŠ-a je Upravni odbor koji u djelokrugu svojih ovlasti donosi poslovnu i komercijalnu politiku poduzeća. Direktor poduzeća sa zamjenikom, pomoćnicima i upraviteljima uprava šuma, ili osobe s posebnim ovlaštenjima provode poslovnu politiku i odgovorni su za uspješnost poslovanja.

U HŠ-u je ustrojeno jedinstveno komercijalno poslovanje, koje se provodi na razini poduzeća preko Komercijalne službe u Direkciji i komercijalnih odjela u upravama šuma, gdje se zasnivaju ugovorni odnosi.

Sastavni dio poslovne politike javnoga poduzeća jest primjena važećih hrvatskih normi za drvo HRN u proizvodnji i prometu drvom, s trajnim ciljem i zadatkom izjednačavanja i donošenja skladnih hrvatskih normi s europskim normama za drvo CEN, EN i međunarodnim normama za drvo ISO.

Načini su prodaje drvnih sortimenata:

1. Ugovor bez nadmetanja (5-godišnji, odnosno godišnji ugovor)

- 1.1. Područja posebne državne skrbi
Drvenoj industriji na tom području prodaju se trupci s toga područja
- 1.2. Izvozni dio industrije finalnih proizvoda (namještaj, parket, građevna stolarija i sl.)
- 1.3. Dio primarne prerade
 - 1.3.1. Drvni sortimenti kod kojih je veća ponuda od potražnje (furnirski trupci i trupci za ljuštenje, tanka oblova, celulozno drvo, drvo za drvene ploče, dio pilanskih trupaca i ogrjevno drvo)
 - 1.3.2. Područja gdje je primarna preradba od posebne važnosti zbog nemogućnosti razvoja drugih djelatnosti

2. Javnim nadmetanjem

2.1. Domaće javno nadmetanje

Za preostale drvene sortimente kod kojih je potražnja veća od ponude

2.2. Međunarodno javno nadmetanje

Samo za one drvene sortimente za koje ne postoji interes na domaćem tržištu

3. Na blagajni

Prodaja drvnih sortimenata za potrebe pučanstva.

Problematika prodaje drvnih sortimenata ogleda se u sljedećem:

- Otežana je prodaja trupaca topole, graba, cera, bagrema, kestena i jasena, a potražnja je za trupcima hrasta, jele, smreke i posebno bukve.
- Zbog prestanka rada tvornice u Plaškom (Hrvatska), Maglaju i Banjoj Luci (BiH), te smanjenoj proizvodnji tvornica u Sloveniji, otežana je prodaja sitnoga industrijskoga drva bjelogorice; no, svake se godine povećava izvoz i sada je na razini 230 000 t te se nastoji prilagoditi tržištu kako bi se zadržao trend povećanja izvoza sitnoga industrijskoga drva bjelogorice.

Dodatno situaciju otežava plinifikacija hrvatskih naselja, što uzrokuje smanjenu potražnju za ogrjevnim drvom. Drvni se sortimenti izvoze u Italiju, Austriju, Sloveniju, Mađarsku i Grčku.

Posljednjih godina »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, svojim su prihodima i uza sve teže opće (poratne) gospodarske prilike uspijevale pokrivati svoje rashode te samostalno financirati svoje poslovanje bez zaduživanja. Daljnji razvoj događaja bitno će ovisiti o kretanju i gospodarskom stanju hrvatskih poduzeća iz djelatnosti preradbe drva koji posljednjih godina ozbiljno zabrinjavaju i imaju vrlo jak utjecaj na stanje i poslovanje »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb.

Posljedica je ratnoga djelovanja miniranost 12 % šumišta (oko 244 000 ha) i 10 % godišnje propisanoga etata (oko 489 000 m³) kojima gospodare »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb.

2. »Hrvatske šume« sutra, u 21. stoljeću

Zaključkom Vlade Republike Hrvatske iz srpnja 1998. godine pokrenuta je inicijativa o preoblikovanju »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, iz javnoga poduzeća u društvo kapitala prema Zakonu o trgovačkim društvima.

Za provođenje toga poticaja potrebno je stvoriti zakonske pretpostavke, tj. izmijeniti Zakon o šumama, za što je zaduženo Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske. Preoblikovanjem »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, u društvo kapitala stvorit će se uvjeti da ono bude probitačno i poluga koja će pokrenuti ostalu povezujuću industriju, a ona preko izvoza visokofinaničnih proizvoda uvećati djelovanje šumarstva. Budući da HŠ sada djeluje po Zakonu o šumama, a ne po Zakonu o trgovačkim društvima, nema prostora za restrukturiranje u društvo kapitala iz kojega bi trebao izići suvremen oblik organizacije šumarstva, kako je to inače u razvijenim europskim zemljama. Preoblikovanjem »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, i nadalje treba zadržati *potrajnost gospodarenja šumama*, koja jamči ekološke, ekonomske i gospodarske vrijednosti, te stvara mogućnost profitabilnoga poslovanja povećanjem *proizvodnje glavnih šumskih proizvoda*, bolje *iskorištavanje sporednih šumskih proizvoda* i razvijanje *sporednih djelatnosti* u poduzeću, te smanjenje troškova proizvodnje i rast investicijskih ulaganja.

Nakon osam godina postojanja »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, nužno je ocijeniti (ne)urađeno, a u svezi s tim:

1. Utvrditi *norme* potrebnoga broja režijskih zaposlenika, i to na razinama organizacijskih jedinica poduzeća (šumarije, RJ, d.o.o., stručne službe uprava šuma i Direkcije).
2. Utvrđeni *višak zaposlenika* učinkovito uposliti povećanjem proizvodnje glavnih i sporednih šumskih proizvoda i razvijanjem sporednih djelatnosti u poduzeću.
3. Posebnu pozornost posvetiti *stručnomu usavršavanju* proizvodnih zaposlenika HŠ-a, posebice onih iz neposredne proizvodnje, kao i zaposlenih kod poduzetnika, sve to radi opće zaštite zaposlenika i šumskoga ekosustava.
4. *Društvima ograničene odgovornosti* u vlasništvu HŠ-a osigurati razvoj investicijama u proizvodnu opremu te punu zaposlenost njihovih kapaciteta.

5. Pomoći *razvoj poduzetništva* radi nesmetanoga obavljanja radova u šumarstvu preko stručnih službi HŠ-a.
6. Utvrditi udio vlastitih zaposlenika i strojeva prema vanjskoj usluzi i poduzetništvu, te potrebu davanja licencija i potvrdnica za rad i sredstva rada u šumi.
7. Ugraditi smjernice programa učinkovitoga zapošljavanja u *poslovni koncept novih »Hrvatskih šuma«* preoblikovanih u društva kapitala, koje će nastaviti 234-godišnji princip potrajnoga gospodarenja šumama te jamčiti ekološku, ekonomsku i gospodarsku sastavnicu.

Navedeni će se ciljevi moći ostvariti ako »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, postanu društvo kapitala, a uprave šuma profitni centri, ili ako »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, postanu dioničko društvo, a uprave šuma društva ograničene odgovornosti. Konačna organizacija izići će iz *poslovnoga koncepta*, koji treba izraditi povjerenstvo Ministarstva poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske, sastavljeno od predstavnika Ministarstva, Šumarskoga fakulteta Zagreb, Šumarskoga instituta Jastrebarsko i »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb.

3. Literatura

Poslovno izvješće »Hrvatskih šuma« 1991 – 1998. godine.

Program razvoja 1991 – 2025. godine »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, Zagreb, 1993.

Šumskogospodarska osnova područja (vrijedi od 1996. do 2005. godine), Zagreb, 1996.

Zakon o šumama, NN 52/1990 – pročišćeni tekst.

Zakon o šumama, NN 9/91 i 6/93.

Adresa autora:

Ivan Tarnaj
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Farkaša Vukotinovića 2
10 000 Zagreb, HRVATSKA
e-mail: ivan.tarnaj@hrsume.hr

Josip Dundović
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Direkcija Zagreb
Farkaša Vukotinovića 2
10 000 Zagreb, HRVATSKA
e-mail: josip.dundovic@hrsume.hr

Znanstvenoistraživački rad u hrvatskom šumarstvu na prijelazu u 21. stoljeće

Joso Gračan

Sažetak

Znanstvenoistraživački rad i znanstvena misao u hrvatskom šumarstvu imaju dugu i blistavu povijest. Prvi Zavod za istraživanja u šumarstvu utemeljen je pri Gospodarsko-šumarskom fakultetu u Zagrebu 24. ožujka 1921. godine. Tijekom srpnja 1945. godine odlukom tadašnjega Ministarstva poljoprivrede i šumarstva utemeljen je u Zagrebu Zavod za praktična šumarska istraživanja. Sadašnju institucionalnu osnovu znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu i drvenoj tehnologiji čine: Šumarski institut, Jastrebarsko, Zavod za istraživanja u šumarstvu i Zavod za istraživanja u drvenoj industriji Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarstvo pri Institutu za jadranske kulture i melioraciju krša Split, te Centar za znanstveni rad Vinkovci i Arboretum Trsteno koji su u sastavu Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti.

Znanstvenoistraživački rad u šumarstvu i drvenoj tehnologiji u samom je vrhu u Hrvatskoj i po kakvoći i po statusu znanstvenika i istraživača. Program znanstvenoistraživačkoga rada od 1996. do 2000. godine čine znanstveni (17) i poticajni projekti (7) koje financira Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2 znanstvena projekta s 8 potprojekata koje financiraju »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, te međunarodni projekti u okviru suradnje sa Slovenijom, Europskom unijom i na bilateralnoj razini s većim brojem europskih zemalja i udruga (IPGRI, FAO, IUFRO, EU/ECE, EFI).

Dosadašnji rezultati istraživanja u šumarstvu i drvenoj tehnologiji dobra su osnova ne samo za razvoj tih dviju gospodarskih grana već i zemlje u cjelini na prijelazu u 21. stoljeće.

Ključne riječi: znanstvenoistraživački rad, šumarstvo, drvena tehnologija

1. Uvod

Znanost i znanstvenoistraživački rad u hrvatskom šumarstvu imaju dugu i bogatu tradiciju. Znanstvenoistraživački rad u šumarstvu počeo je u Križevcima pri Gospodarsko-šumarskom učilištu 1860. godine. Prvi Zavod za šumske pokuse utemeljen je na Gospodarsko-šumarskom fakultetu u Zagrebu 24. ožujka 1921. godine.

Organizirani znanstvenoistraživački rad u hrvatskom šumarstvu započinje sredinom 1945. godine kada je u Zagrebu osnovan Zavod za praktična šumarska istraživanja. U razdoblju se od 1945. do 1974. godine u hrvatskom šumarstvu često mijenjalo ustrojstvo i način financiranja znanstvenoistraživačkoga rada.

Naše šumarstvo po ustroju, stručnosti i očuvanosti šuma kojima gospodari nalazi se u samom europskom vrhu. Šume i šumska zemljišta zauzimaju površinu od gotovo 2,5 milijuna ha ili 43,5 % od

ukupne površine Hrvatske. U razvoju su Hrvatske veliko značenje imale, imaju i imat će naše šume.

Znanstvene i obrazovne ustanove, te stručne udruge (Hrvatsko šumarsko društvo, Akademija šumarskih znanosti) u šumarstvu i drvenoj tehnologiji i po kakvoći projekata i po statusu znanstvenika i istraživača pripadaju među vodeće u Hrvatskoj. Program znanstvenoistraživačkoga rada čine: znanstveni (17) i poticajni projekti (7) koje financira Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2 znanstvena projekta s 8 potprojekata koje financiraju »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, međunarodni projekti u okviru suradnje sa Slovenijom, Svjetskom bankom, Europskom zajednicom, Europskom unijom i s međunarodnim udrugama (IUFRO, IPGRI, FAO, EFI, EU/ECE).

Šumarska visokoškolska naobrazba i znanstvenoistraživački rad traju neprekidno 139 godina, Hrvatsko šumarsko društvo postoji više od 150 godina (utemeljeno 1846. godine), znanstvenostručni časopisi

pis *Šumarski list* izlazi neprekidno 123 godine, *Glasnik za šumske pokuse* 73, *Mehanizacija šumarstva* 22, *Drona industrija* 50 te *Radovi* 40 godina.

2. Stanje šuma u Hrvatskoj

Republika je Hrvatska od 1987. godine uključena u program motrenja i procjene stanja europskih šuma. Procjena se provodi prema prihvaćenoj metodologiji s Međunarodnim programom za procjenu i motrenje utjecaja zračnoga onečišćenja na šume (*International Cooperative Programme of Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*). Rezultati 10-godišnjih istraživanja u okviru Paneuropskoga programa utjecaja zračnoga onečišćenja na europske šumske ekosustave pokazali su ukupno pogoršanje uvjeta u krošnjama glavnih vrsta šumskoga drveća u Europi. Taj je trend posebno izražen kod listača, kao što su bukva i nekoliko vrsta hrasta, a to se odnosi i na primorski bor. Samo su obični bor i hrast crnika u nekim područjima pokazali znakove oporavka.

U isto vrijeme zabrinjava širenje zakiseljavanja šumskih tala u Europi. Ekstremno kisela šumska tla uglavnom su rasprostranjena u srednjoj Europi, koja istodobno pokazuje najveće posljedice onečišćenja zraka, odnosno najveću defolijaciju stabala.

Prema Paneuropskomu se programu motrenje obavlja na dva načina: ekstenzivno i intenzivno. U ekstenzivni je dio programa motrenja uključeno 5700 ploha raspoređenih u sustavne prstenove što čini razinu I. Ta se razina motrenja obavlja svake godine i daje dobar pregled promjene pokazatelja stanja krošanja šumskoga drveća, koji su ujedno dobar pokazatelj stanja šuma u cjelini. Međutim, tako utvrđeni uvjeti ipak nisu detaljan i u potpunosti zadovoljavajući pokazatelj stanja šuma. Zbog toga je uvedeno intenzivno motrenje na 860 stalnih ploha

tzv. razine II. Na tim se ploham provode intenzivna istraživanja staništa i stresnih čimbenika, te biološki i ekološki uvjeti šumskih ekosustava. Utvrđena stanja oštećenja šuma predstavljaju složeni kompleks stresnih čimbenika (prirodni koji su vezani uz pogoršanje stanja krošanja, npr. suša, ali i kukci koji igraju vrlo važnu ulogu kod hrasta u posljednjem desetljeću). S druge strane, stresovi uvjetovani djelovanjem čovjeka (učinci onečišćenja zraka, ozon) destabiliziraju šumske ekosustave.

S obzirom na vrlo složene procese koji karakteriziraju šumske ekosustave, daljnja su praćenja razine II motrenja i procjene dobivenih rezultata glavni smjerovi – prioriteti istraživanja. U prioritete se ubraja i motrenje po metodi razine I. Zbog važnosti motrenja i procjene u tablici 1 dan je pregled radova koji se obavljaju na razini I i II.

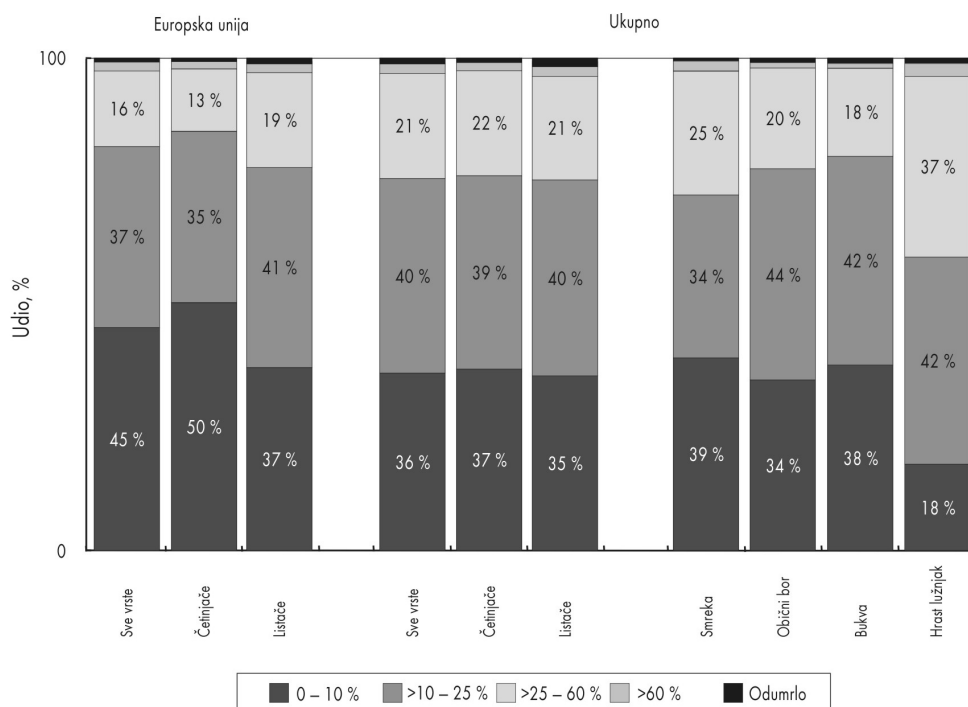
Prema podacima UN/ECE i EC za 1998. godinu stanje oštećenosti krošanja, odvojeno za članice Europske unije i ukupno za Europu, prikazano je na slici 1, posebno za četinjače i listače, te za običnu smreku, obični bor, bukvu i hrast lužnjak. U 1998. godini oko ¼ (23,1 %) svih motrenih stabala u Europi procijenjeni su kao značajno i srednje oštećena, a 0,9 % su osušena, 39,8 % su slabo oštećena, a 36,2 % su procijenjena kao zdrava.

Procjenom je 1998. godine utvrđeno da je u Hrvatskoj 19,4 % značajno oštećenih stabala, što u odnosu na 1997. pokazuje ukupno poboljšanje od 4,2 %. Značajno oštećena stabla pripadaju razredu 2, 3 i 4. Rezultati procjene za listače vrlo su slični rezultatima za sve vrste, jer udio stabala listača u procjeni iznosi 91,9 % u ukupnom broju stabala. Na slikama 2, 3 i 4 (Potočić i Seletković 2000) dani su postotci značajne oštećenosti stabala obične jele (slika 2), obične bukve (slika 3) i hrasta lužnjaka (slika 4) u odnosu na značajnu oštećenost tih vrsta u Europi. Prema stanju

Tablica 1. Pregled radova po razinama (I i II)

Radovi	Razina I	Razina II	
		godišnje	sve plohe
Stanje krošanja	godišnje	godišnje	sve plohe
Folijarni uvjeti	samo jednom do sada ¹	svake druge godine	sve plohe
Kemija tla	samo jednom do sada ²	svake 10. godine	sve plohe
Kemija otopine	-	neprekidno	10 % ploha
Rast	-	svakih 5 godina	sve plohe
Prizemno rašće	-	svakih 5 godina	10 % ploha
Atmosferske depozicije	-	neprekidno	10 % ploha
Meteorološki uvjeti	-	neprekidno	10 % ploha
Fenologija	-	na raspravi	
Daljnja istraživanja	-	na raspravi	

¹na 1441 plohi; ²na 5289 ploha

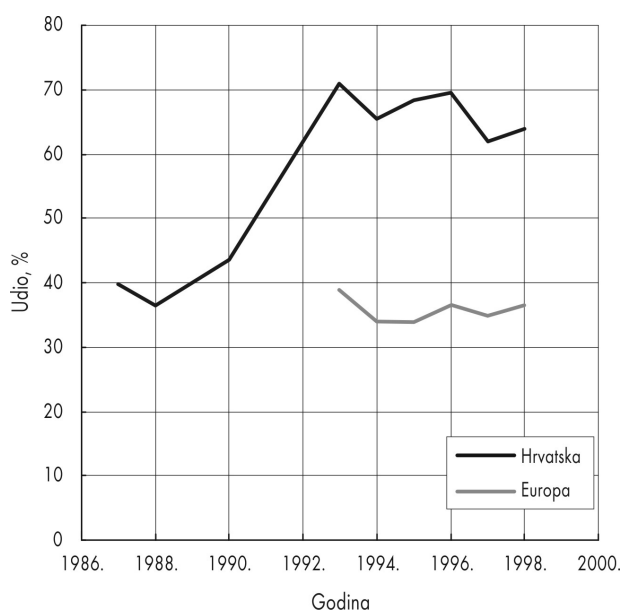


Slika 1. Udio stabala prema oštećenosti za različite vrste ukupno za Europu i posebno za Europsku uniju (*Executive Report for 1998*)

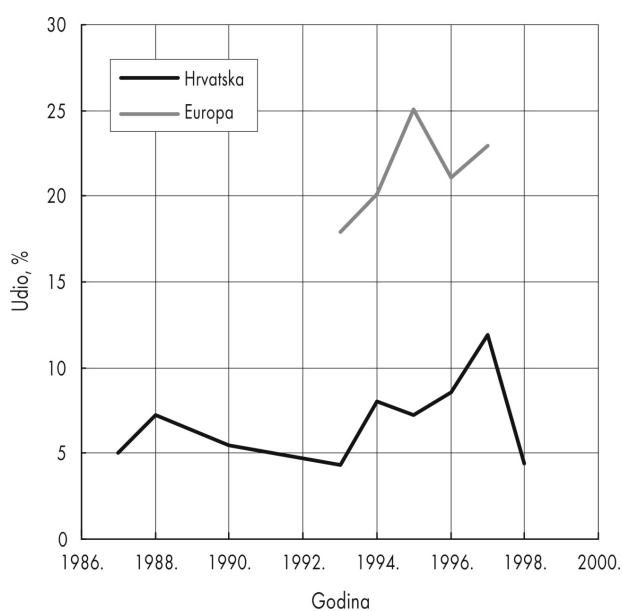
oštećenosti krošanja u 1998. godini u Hrvatskoj je za sve vrste ukupno utvrđeno manje smanjenje postotka značajne oštećenosti, dok je za četinjace oštećenost znatno porasla u odnosu na 1997. godinu. Kako je u procjenu oštećenosti krošanja kod četinjača (jela, smreka i druge) uključen manji broj stabala (8,1 %), pot-

rebno je u programu motrenja povećati broj ploha četinjača na razini I.

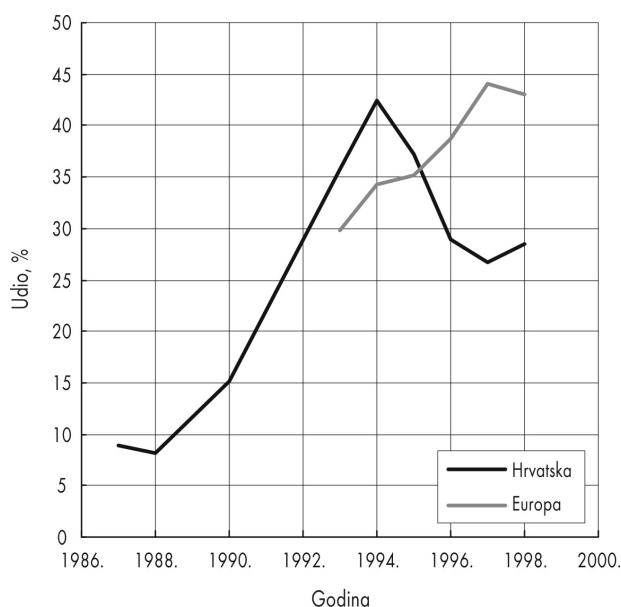
U ova su istraživanja od početka (1987) uključeni istraživači Šumarskoga fakulteta, Šumarskoga instituta i stručnjaci »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb. Istraživanja su koordinirali poznati i priznati znan-



Slika 2. Usporedba postotka značajne oštećenosti obične jele u Hrvatskoj i Europi



Slika 3. Usporedba postotka značajne oštećenosti obične bukve u Hrvatskoj i Europi



Slika 4. Usporedba postotka značajne oštećenosti hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Europi

stvenici i djelatnici. Šumarski je institut, Jastrebarsko, od 1998. godine nacionalni centar za Hrvatsku.

3. Znanstvenoistraživačke ustanove u hrvatskom šumarstvu

Sadašnju institucionalnu osnovu znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu Hrvatske čine:

- *Šumarski institut, Jastrebarsko* (utemeljen 1. siječnja 1974. godine, spajanjem a) Instituta za šumarska istraživanja, Zagreb, 1945, b) Zavoda za kontrolu šumskoga sjemena, Rijeka, 1959, i c) Instituta za četinjače, Jastrebarsko, 1961)
- *Zavod za istraživanja u šumarstvu i Zavod za istraživanja u drvenoj industriji* Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
- *Zavod za šumarstvo* Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu
- *Centar za znanstveni rad Vinkovci i Arboretum Trsteni* koji su u sastavu Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb.

Zakon o znanstvenoistraživačkom radu i Zakon o visokom obrazovanju dobra su osnova za razvoj znanstvenoistraživačkoga rada i visoke naobrazbe u Hrvatskoj. Prema tim se propisima, među ostalim, mora voditi posebna briga za zapošljavanje i usavršavanje znanstvenih novaka. Međutim, treba istaknuti potrebu za osiguranjem većih financijskih sredstava za nova kapitalna ulaganja kako u izgradnju objekata (Šumarski fakultet, Šumarski institut), na-

bavu moderne laboratorijske i informatičke opreme, tako i za usavršavanjem znanstvenika i istraživača.

Za još uspješniji razvoj znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu i drvenoj tehnologiji nužno je za izradnju nove zgrade Šumarskoga odjela Šumarskoga fakulteta u Zagrebu osigurati sredstva u iznosu od oko 7 milijuna kuna (proračun, vlastita sredstva, potpora šumarstva). Time bi postojeći prostor u glavnoj zgradi bio dovoljan za Drvnotehnološki odjel, a za Šumarski institut, Jastrebarsko, treba oko 4 milijuna kuna.

Šumarski fakultet u sjedištu ima 600 ha zemljišta (šumski vrt, šuma Dotršćina, šuma Mokrice Lug i dio park-šume Maksimir), a izvan sjedišta 3000 ha (Sljeme, Zalesina, Velika, Lipovljani). Šumarski institut, Jastrebarsko, ima u sjedištu 28 ha (rasadnik, objekti), osnovane pokusne objekte i sjemenske plantaže na 400 ha, te preko 3000 primjerenih ploha. Navedena se zemljišta, terenski pokusi i plohe te sjemenske plantaže koriste za nastavu sa studentima i za znanstvenoistraživački rad.

4. Znanstvenici i istraživači

Srednjoškolska i visokoškolska naobrazba u Hrvatskoj traje neprekidno 139 godina (od 1860). U tom je razdoblju diplomiralo približno 4000 inženjera šumarstva i 3000 inženjera drvene industrije. Stupanj magistrata znanosti postiglo je 258 kandidata. Prvi doktorat znanosti obranjen je na Šumarskom fakultetu u Zagrebu 1922. godine, a do sada je doktoriralo 150 pristupnika. To razdoblje obilježava i više akademika i svjetski priznatih i poznatih stručnjaka iz uzgajanja šuma, šumarske genetike i oplemenjivanja šumskoga drveća, uređivanju šuma, zaštite šuma, dendrometrije, znanosti o drvu, tehnologije i preradbe drva.

Pregled broja znanstvenika i istraživača sa stanjem 30. lipnja 1999. u odnosu na 1991. godinu dan je u tablici 2.

Prosječna dob znanstvenika u Šumarskom institutu iznosi 59 godina, a istraživača 33 godine, dok je prosječna dob znanstvenika na Šumarskom fakultetu 48, a istraživača 29 godina. Iz iznesenoga je razvidno kako je dobna struktura znanstvenika i istraživača u Institutu nepovoljnija nego na Fakultetu, a ukupan je broj znanstvenika i istraživača oko 10 % manji nego što je bio 1991. godine.

Svi znanstvenici imaju zadovoljavajuće i potrebno znanstveno zvanje i iskustvo, iako njihov ukupan broj nije zadovoljavajući s obzirom na ustanove i program istraživanja. Ukupan broj znanstvenika i istraživača je 109 ili 47,8 % u odnosu na ukupan broj zaposlenika (228).

Tablica 2. Pregled broja znanstvenika i istraživača 1999. u odnosu na 1991. godinu

Ustanova	Znanstvenici			Istraživači			Ukupno		
	1991.	1999.	%	1991.	1999.	%	1991.	1999.	%
Šumarski institut	10	5	50,0	24	21	87,5	34	26	76,5
Šumarski fakultet	36	44	122,2	46	32	69,5	82	76	92,5
Zavod za šumarstvo	1	1	100,0	1	-	50,0	2	1	50,0
Centar i Arboretum	0	1	-	2	1	50,0	2	2	100,0
Ukupno	47	51	108,5	73	54	74,0	120	109	90,8

5. Programi i zadaće znanstvenoistraživačkoga rada

Organizirani znanstvenoistraživački rad u šumarstvu i drvnj tehnologiji započeo je sredinom 1945. godine. U to vrijeme nisu postojali jasno utvrđeni programi i zadaće. Poslije 1951. godine sređuje se financiranje znanstvenoistraživačkoga rada i izrađuju dugoročni programi istraživanja. U tim prvim programima prednost su imala istraživanja njege prirodnih sastojina, osnivanja kultura i plantaža topola, uvođenje brzorastućih četinjača, melioracija degradiranih šuma, fitocenološka istraživanja i kartiranje te istraživanja biologije i uzgoja divljači.

Nakon sjedinjavanja znanstvenoistraživačkoga rada spajanjem istraživačkih ustanova (1974) izrađuju se zajednički istraživački projekti, osnivaju istraživački timovi, nabavlja nova oprema, poboljšava se usavršavanje i osposobljavanje mladih istraživača u zemlji i inozemstvu. To je razdoblje trajalo od 1976. do 1990. godine. Karakteristično je za ove zadatke: očuvanje fonda naših šuma i povećanje njegove kakvoće, smanjenje troškova gospodarenja šumama, povećanje proizvodnje biomase sastojina, zaštita šuma i istraživanje strukture i stabilnosti šumskih ekosustava. Najznačajniji su projekti u tom razdoblju: pedološka i vegetacijska karta Hrvatske, zaštita čovjekove okoline, proučavanje strukture i funkcioniranja šumskih ekosustava, istraživanje i kartiranje tipova šuma i šumskih staništa, unapređenje sjemenarstva, rasadničke proizvodnje i uzgoja šumskih kultura, zaštita šuma, istraživanje organizacije i ekonomike u šumarstvu i drvnj tehnologiji, iskorištavanje šuma, mehanizacija šumarstva i šumske prometnice, istraživanja na području krša Hrvatske, štetan utjecaj požara na vegetaciju, biotop i okoliš te štetan utjecaj onečišćenja na šume i šumsko tlo.

Poslije 1990. godine, bez obzira na ratna razaranja, uništenja naših šuma, nacionalnih parkova i okupaciju, gotovo 1/3 naše zemlje, gospodarenje šumama i organizirani znanstvenoistraživački rad nisu prekidani. Osnivanjem »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, javnoga poduzeća za gospodarenje šumama i šum-

skim zemljištem u Republici Hrvatskoj (1991) i prelaskom znanstvenih ustanova u vlasništvo Republike Hrvatske (1993) stvoreni su dobri temelji za nesmetan razvoj znanosti i znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu i drvnj tehnologiji na pragu 21. stoljeća. U tom je razdoblju Ministarstvo znanosti i tehnologije iz proračuna financiralo i ocijenilo 14 znanstvenih projekata, a »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, 3 projekta s 9 potprojekata i 88 istraživačkih zadataka (tema).

Program znanstvenoistraživačkoga rada od 1996. do 2000. godine čini 17 znanstvenih i 7 poticajnih projekata koje financira Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2 znanstvena projekta s 8 potprojekata koje financiraju »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, te međunarodni projekti u okviru suradnje s Republikom Slovenijom, Europskom zajednicom i Europskom unijom, Međunarodnim institutom za biljne genetske resurse (IPGRI), Svjetskom bankom i FAO, Europskim šumarskim institutom (EFI) i Međunarodnom unijom šumarskih znanstvenoistraživačkih organizacija (IUFRO).

Pregled projekata i potprojekata prema načinu suradnje i financiranja:

- Ministarstvo znanosti i tehnologije
- 068001** Uzgojne mjere i stojbine šuma Hrvatske
- 058002** Modeli planiranja u šumarstvu za stabilnost ekosustava
- 068003** Zaštita i obnova ekosustava
- 068004** Promicanje proizvodnje u hrvatskom šumarstvu
- 068005** Ukrasna dendroflora u hrvatskom urbanom šumarstvu
- 068006** Lovno gospodarenje u mediteranskom području Hrvatske
- 068011** Razvoj modela proizvodnih sustava
- 068012** Trajnost i modifikacija površine drva
- 068013** Utjecaj svojstava drva na sušenje, zaštitu i pilansku preradu
- 068014** Istraživanja sirovina, procesa izrade, kakvoće i uporaba ploča
- 068015** Lateralna stabilnost kružne pile
- 068016** Energijska istraživanja procesa u drvu

0240101 Oplemenjivanje šumskog drveća i šumsko sjemenarstvo radi unapređenja obnove šuma

0240102 Unapređenje proizvodnje šumskih sadnica i uzgoja šumskih kultura

0240103 Zaštita šumskih ekosustava od biotskih i abiotskih čimbenika

0240104 Stalno motrenje podzemnih i površinskih voda u nizinskim šumama

0240105 Rast i razvoj šuma posebne namjene.

- Poticajni projekti

068031 Uzgojna svojstva poljskog jasena u Posavini

068032 Struktura i dinamika smrekovih sastojina

068033 Mikoriza u različitim razvojnim stadijima lužnjakovih šuma

068042 Zimotrenost cera (*Quercus cerris* L.) u Hrvatskoj

068043 Hibridi četiriju vrsta borova i njihovo određivanje

024199 Odnos prirasta i rasta šuma hrasta lužnjaka bjelovarske regije

024200 Zakonitosti razvoja strukture krošanja u šumi hrasta lužnjaka i graba obzirom na starost.

- »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb

Projekt 1: Zaštita i unapređenje proizvodnje biomase u ulozi održavanja višestrukih uloga i funkcija šuma

Potprojekt 1: Osiguravanje obnove kao mjere stabilnosti i potrajnosti proizvodnje fitomase u prirodnim šumskim ekosustavima

Potprojekt 2: Podržavanje učinkovitog povećanja šumskih površina

Potprojekt 3: Izloženost šuma štetnim utjecajima i povećanje njihove zaštite

Potprojekt 4: Osiguranje održivog asortimana proizvodnje i uporabe prirodnih sastojina po ekološko-gospodarskim tipovima šuma

Projekt 2: Korištenje i upravljanje kapitalom u šumarstvu

Potprojekt 1: Iskorištavanje biomase

Potprojekt 2: Razvijanje tehnologije i korištenje ekološki prihvatljivih tehnologija rada

Potprojekt 3: Vrednovanje kapitalnih dobara i gubitaka uzrokovanih utjecajem štetnih činitelja

Potprojekt 4: Uspostavljanje sustava ekonomike poslovanja.

6. Međunarodna suradnja

- Zajednički slovensko-hrvatski projekti
Utjecaj kakvoće sirovina na svojstva drvnih ploča
Oplemenjivanje i zaštita hrasta lužnjaka od abiotskih čimbenika

- Svjetska banka i FAO

Obnova i zaštita obalnih šuma

- Europska zajednica i Europska unija

Međunarodni program procjene i motrenja efekata onečišćenja zraka na šume

Europska mreža za procjenu genetskih izvora bukve za primjerenu uporabu u potrajnom gospodarenju

- Međunarodni institut za biljne genetske izvore

Europska šumarska genetska mreža

Četinjače (počevši sa smrekom)

Mediterranske vrste hrasta (počevši s *Quercus suber*)

Crna topola (i bijela topola)

Plemenite tvrde listače

Socijalne listače

- Međunarodni skupovi i ostala suradnja

Suradnja s međunarodnim institucijama očituje se i u organizaciji međunarodnih skupova, od kojih se spominju:

- 33. međunarodni simpozij »Mehaniziranje šumskog rada – FORMEC« 99, koji je održan u Delnicama od 1. do 6. srpnja 1999. godine (*Mechanization of Forest Work – FORMEC 99*) u organizaciji Zavoda za iskorištavanje šuma Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Međunarodna konferencija pod naslovom »Problemi iskorištavanja šuma i promjene tehnologija na kraju stoljeća, IUFRO – Razred 3, Istraživačke grupe S3.04.00; S3.06.00 i S3.07.00 (*Emerging Harvesting issues in technology transmission at the end of Century*, IUFRO Division 3, Subject groups S3.04.00 S3.06.00 and S3.07.00), koja je održana u Opatiji od 27. rujna do 1. listopada 1999. godine.
- Međunarodna konferencija pod naslovom »Unapređenje kvalitete drva i genetička raznolikost hrastova«, koja će se održati u okviru IUFRO-a – Razred 1 i 2 (grupe P1.06.00 i S.2.08.05) u Zagrebu 20 – 25. svibnja 2000. godine (*Improvement of wood quality and Genetic Biodiversity of Oaks*).
- Međunarodni znanstveni skup pod naslovom »Unapređenje poljoprivrede i šumarstva na kršu« u organizaciji Znanstvenoga vijeća za poljoprivredu i šumarstvo HAZU, koji će se održati u Splitu u ožujku 2000. godine (*Improvement of Agriculture and Forestry on Karst Region*).

Znanstvenici i istraživači iz drvne tehnologije već tri godine u sklopu Velesajamske priredbe »Ambijenta« održavaju međunarodna savjetovanja o nadzoru u drvnj tehnologiji.

7. Suradnja s institucijama iz gospodarstva

Treba istaknuti u prvom redu vrlo uspješnu dugogodišnju suradnju šumarskih znanstvenih organizacija s »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb. Ta se suradnja ne odnosi samo na visoku naobrazbu, već osobito na suradnju u znanstvenoistraživačkom radu i primjeni rezultata istraživanja. Šumarski fakultet i Šumarski institut već 50 godina istražuju probleme od neposrednoga interesa za hrvatsko šumarstvo. Osim temeljnoga karaktera, ta su istraživanja pretežito primijenjena i razvojna radi prijenosa rezultata izravno u praksu.

Posebno se ističu rezultati suradnje nakon osamostaljenja Republike Hrvatske 1990. godine. Znanstvenici i istraživači, kao i stručnjaci »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, redoviti članovi HAZU, potpomognuti Ministarstvom znanosti i tehnologije, Ministarstvom poljoprivrede i šumarstva, Hrvatskim šumarskim društvom, Akademijom šumarskih znanosti i dr., objavili su veći broj vrlo značajnih knjiga i monografija:

ŠUME U HRVATSKOJ, 1992.

HRAST LUŽNJAK U HRVATSKOJ, 1996.

ŠUME MOJE HRVATSKE, 1996.

SLAVONSKI HRASTICI, 1996.

SKRB ZA HRVATSKE ŠUME, 1846 – 1996, knjiga 1 i 2, 1996.

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO 1846 – 1996.

NIZINSKE ŠUME POKUPSKOGA BAZENA, Radovi, 31, broj 1 i 2, 1996.

BIBLIOGRAFIJA, 1986 – 1995, Šumarski institut, Jastrebarsko 1998.

Povodom obilježavanja 100. obljetnice sveučilišne šumarske nastave u Hrvatskoj 1898 – 1998. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu izdao je 4 knjige – monografije:

Knjiga prva: Šumarska nastava 1860 – 1898. na Krajevskom gospodarskom i šumarskom učilištu u Križevcima, 1998.

Knjiga druga: Sto godina sveučilišne šumarske nastave u Hrvatskoj, 1998.

Knjiga treća: Pola stoljeća drvnotehnološke nastave, 1998.

Knjiga četvrta: Nastavno-pokusni objekti Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 1998.

Znanstvene i znanstvenoistraživačke ustanove u Hrvatskoj vrlo uspješno surađuju s institucijama iz mnogih grana gospodarstva: vodoprivrede, elektroprivrede, poljoprivrede, turizma, drvne industrije, graditeljstva, trgovine, naftne industrije i dr.

Treba istaknuti suradnju znanstvenih i znanstvenoistraživačkih ustanova s nevladinim organizacijama i udrugama (Hrvatsko šumarsko društvo, Hrvatsko ekološko društvo, Hrvatsko društvo za zaštitu tla, Hrvatsko genetičko društvo i mnoge druge), s drugim znanstvenim institucijama (HAZU, Agromski fakultet, Prirodoslovno-matematički fakultet, Elektrotehnički fakultet i dr.) te s institucijama državne uprave (Ministarstvo znanosti i tehnologije, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, Ministarstvo gospodarstva, Ministarstvo unutarnjih poslova i dr.).

8. Zaključci

Hrvatska šumarska znanost i znanstvenoistraživački rad imaju dugu i bogatu povijest. Znanstvenoistraživački rad u šumarstvu i drvnj tehnologiji u samom su vrhu u Hrvatskoj i po kakvoći i po statusu znanstvenika i istraživača.

Naše šumarstvo i šumarska znanost po ustroju, stručnosti i očuvanosti šuma kojima gospodari nalazi se među vodećima u Europi. Šume i šumska zemljišta zauzimaju površinu od gotovo 2,5 milijuna ha. U razvoju su Hrvatske veliko značenje imale, imaju i imat će naše šume i u 21. stoljeću.

Šumarska visokoškolska naobrazba i znanstvenoistraživački rad traju neprekidno 140 godina. Za još uspješniji razvoj znanosti i znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu i drvnj tehnologiji nužna je izgradnja novih i održavanje postojećih objekata i laboratorija, te osnivanje novih i praćenje dosadašnjih terenskih pokusa. Da bi se održala i uspješno unapređivala dosadašnja razina opremljenosti i kadrovske ekipiranosti, koja bi mogla pratiti razvoj novih tehnologija i informatičkih postignuća, nužna su kapitalna ulaganja od oko 12 milijuna kuna kroz 3 do 4 godine.

Praćenjem stanja oštećenosti naših šuma u proteklih deset godina utvrđena su određena poboljšanja (4,2 %) u 1998. u odnosu na 1997. godinu, iako je oštećenost naših jelovih šuma veća nego u Europi.

Osnivanjem »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, i novom zakonskom regulativom u šumarstvu i u visokoškolskoj naobrazbi i znanosti stvoreni su dobri temelji za očuvanje biološke raznolikosti i potrajno gospodarenje našim šumama. Republika je Hrvatska potpisnica i aktivno primjenjuje sve potpisane rezolucije o zaštiti i očuvanju europskih šuma (Strasbourg, Helsinki, Lisabon i dr.).

Postignuta je vrlo raznolika i bogata suradnja naših znanstvenoistraživačkih ustanova u hrvatskom gospodarstvu i znanosti te na međunarodnoj razini, osobito s europskim zemljama.

9. Literatura

- Androić, M., 1963: Uvod. Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860 – 1960, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Bastijančić, I., 1963: Zavod za šumarske pokuse. Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860 – 1960, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Fisher, F., 1999: Forest Condition in Europe, 1999 Executive Report, Prepared by Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Hamburg.
- Gračan, J., 1990: Problematika znanstvenoistraživačkoga rada u šumarstvu SR Hrvatske. Glas. šum. pokuse, 26: 103–135, Zagreb.
- Gračan, J., 1992: Znanstvenoistraživačke ustanove i istraživački rad. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 263–272.
- Horvat, A., 1955: Institut za eksperimentalno šumarstvo. Šum. list, LXXIX: 526–531, Zagreb.
- Hren, V., 1986: Postanak i razvoj šumarskih znanstvenih ustanova koje su prethodile Šumarskom institutu. Monografija, Šumarski institut, Jastrebarsko, str. 13–19.
- Kauders, A., 1963: Šumarski odjel Gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima 1860 – 1960. Šumarska nastava u Hrvatskoj, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Krstinić, A., 1986: Istraživanje aktualnih problema u šumarstvu. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje, 2: 35–42, Zagreb.
- Potočić, N., I. Seletković, 2000: Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine. Šum. list (u tisku).
- Rauš, Đ., 1985: Primjena šumarskih znanosti u šumarstvu Slavonije i Baranje. Šum. list, 109: 329–339, Zagreb.
- SVEUČILIŠNA ŠUMARSKA NASTAVA U HRVATSKOJ 1898–1998
- Knjiga prva:* Šumarska nastava 1860 – 1898. na Kraljevskom gospodarskom i šumarskom učilištu u Križevcima, ur. Š. Meštrović, Šumarski fakultet, Zagreb 1998.
- Knjiga druga:* Sto godina sveučilišne šumarske nastave, ur. S. Matić, Šumarski fakultet, Zagreb 1998.
- Knjiga treća:* Pola stoljeća drvnotehnološke nastave, ur. B. Ljuljka, Šumarski fakultet, Zagreb 1998.
- Knjiga četvrti:* Nastavno-pokusni šumski objekti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, ur. J. Vukelić, Šumarski fakultet, Zagreb 1998.
- Šafar, J., 1955: Osvrt na desetgodišnji razvitak i rad Instituta za šumarska i lovna istraživanja. Šum. list, 79: 558–582, Zagreb.
- Vidaković, M., 1986: Uloga suvremenih znanosti u visokom obrazovanju i razvitku materijalne proizvodnje. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje, 2: 25–34, Zagreb.

Adresa autora:

Joso Gračan
Šumarski institut Jastrebarsko
Cvjetno naselje 41, p.p. 40
HR-10450 Jastrebarsko
HRVATSKA
e-mail: josog@sumins.hr

Gospodarenje šumama hrvatskoga Podunavlja miniranimi minsko-eksplozivnim sredstvima

Pavle Vratarić, Dubravko Krušarovski

Sažetak

Gospodarenje šumom i divljači nemoguće je na terenima miniranimi minsko-eksplozivnim sredstvima. Humanitarno je razminiranje mnogo zahtjevnije od vojnoga. Radovi su na razminiranju izuzetno skupi. Šumarstvo je nisko akumulativna gospodarska grana i teško pokriva redovite troškove proizvodnje s troškovima obnove šuma, tako da bi računanje i planiranje razminiranja šumskih površina zasigurno uzrokovalo visoko negativnu poslovnu bilancu. Ipak, razminiranje bi se djelomice moglo obaviti vlastitim sredstvima. Naime, razminiranjem šumskih putova kroz nekadašnje bojišnice odnosno crte razdvajanja koje su najčešće minirane, otvara se cijelo područje u zaleđu te ono postaje radno dostupno. Za takve slučajeve »Hrvatske šume«, unatoč značajnim troškovima, mogu procijeniti isplativost i odlučiti se za samofinanciranje radova na razminiranju. Dio razminiranja mogao bi u sličnim slučajevima teretiti vlastita sredstva namijenjena za obnovu.

Ključne riječi: hrvatsko Podunavlje, miniranost, minsko-eksplozivna sredstva, gospodarenje šumom

1. Uvod

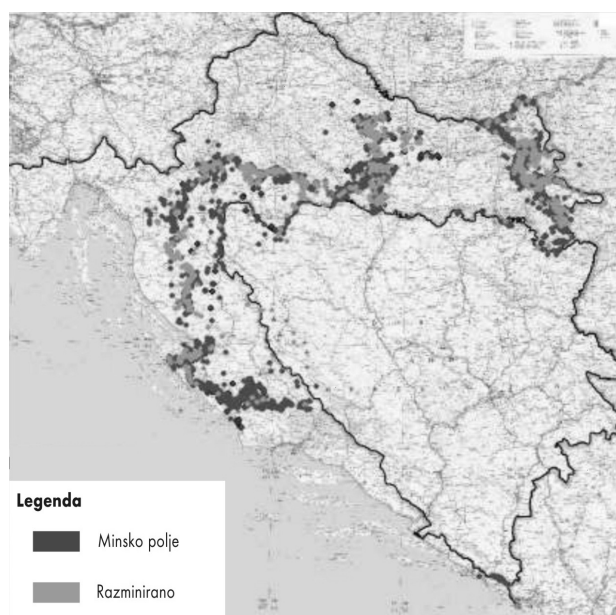
Minsko su eksplozivna sredstva veliko zlo svjetske, pa i naše ratne i poratne zbiljnosti. Ona se često opisuju kao »ukopani užas«, »smrtno sredstvo rata 20. stoljeća«, »vražje oružje« i slično. Procjenjuje se da je na mjestima ratnih sukoba u svijetu trenutačno postavljeno oko 110 milijuna mina te da se u 64 zemlje nalaze zaostale, tzv. zaboravljene neeksplozirane mine koje predstavljaju stalnu opasnost (Mikulić 1999). Godišnje mine ubiju gotovo 26 000 ljudi, a ranjenih ima najmanje još toliko. Ujedno, godišnje se postavi oko 3 milijuna mina, a ukloni oko 150 000. Kanada je pokrenula prihvaćanje Konvencije o zabrani uporabe protupješačkih mina, koju su potpisale 122 države u Ottawi 1997. godine, među kojima i Republika Hrvatska.

2. Miniranost hrvatskoga ozemlja

Procjenjuje se da je u Republici Hrvatskoj postavljeno 1–1,2 milijuna mina na ploštini od oko 6000 km², što čini oko 10 % površine državnoga kopnenoga te-

ritorija. Republika Hrvatska ubraja se u red najminiranih zemalja svijeta. Vlada je Republike Hrvatske svojom Uredbom od 19. veljače 1998. osnovala *Hrvatski centar za razminiranje* (HCR) sa sjedištem u Sisku. Zadaće su HCR-a vođenje baze podataka, predlaganje Vladi RH planova za razminiranje, izrada projekata za razminiranje, organiziranje javnih natječaja, nadzor i označivanje miniranih površina, poduka o opasnostima od mina, pomoć minskim žrtvama, potpora razvoju domaće tehnike, usklađivanje rada međunarodnih stručnjaka na razminiranju te drugi poslovi u svezi s razminiranjem.

»Hrvatske šume«, p. o. Zagreb, gospodare s 80 % šuma odnosno šumskoga zemljišta u Republici Hrvatskoj. Ukupno je minirano odnosno radno nedostupno 243 693 hektara ili 12 % od ukupne površine te 1212 km šumskih prometnica. Na tako radno nedostupnom području nastaju štete zbog nemogućnosti obavljanja radova na zaštiti i uzgajanju šuma, nekorštenja sječnoga etata, šteta na divljači i drugo. Od ukupno osam razreda zemljišta navedenih prema namjeni i raspoređenih prema prvenstvu za čišćenje



Slika 1. Minirana područja u Republici Hrvatskoj

od mina, šume i šumsko zemljište nalaze se na sedmom mjestu.

Podunavskim šumama gospodare »Hrvatske šume« putem uprava šuma Vinkovci i Osijek te područnih šumarija. Uprava šuma Vinkovci ima 8413 hektara ili 12 %, a Uprava šuma Osijek 14 546 hektara ili 19 % šuma miniranih minsko-eksplozivnim sredstvima. Te se šume prostiru u 18 gospodarskih jedinica i pretežito ih čine ove biljne zajednice: šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 1973), šume crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952), šume poljskoga jasena (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959), šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938) i njezine subasocijacije s rastavljenim šašem i sa žestiljem, šume

hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1969) i druge.

Obavljanje bilo kakvih poslova u gospodarenju šumom i divljači nezamislivo je na terenima zagađenim minsko-eksplozivnim sredstvima. Humanitarno je razminiranje daleko zahtjevnije od vojnoga. Tu se traži potpuno uklanjanje minsko-eksplozivnih sredstava sa zahtjevom UN-a od 99,6 % očišćenih mina i eksplozivnih tvari (*International Standards for Humanitarian Mine Clearance Operations*). Smatra se da jedan pirotehničar može dnevno u 5 sati pretražiti 20 m², a u vrlo povoljnim uvjetima i do 50 m² zemljišta. Za jedan radni dan u dvije smjene jedna strojna mlatilica, npr. MV2, može očistiti oko 6000 m². Ako je učinkovitost stroja za razminiranje 85 %, razlika do zahtjevanih 99,6 % može se postići pretraživanjem pomoću detektora i pasa minotragača. Skupina od 30 pirotehničara koji provjeravaju učinkovitost mehaničkoga čišćenja može dnevno pregledati i, ako je potrebno ručno razminirati, 4200 m². Tehnika se razminiranja prilagođava vrsti minirane površine, ovisno radi li se o naselju, prometnici, oranici, šumi ili nečem drugom.



Slika 3. Područje uz Dravu prije razminiranja

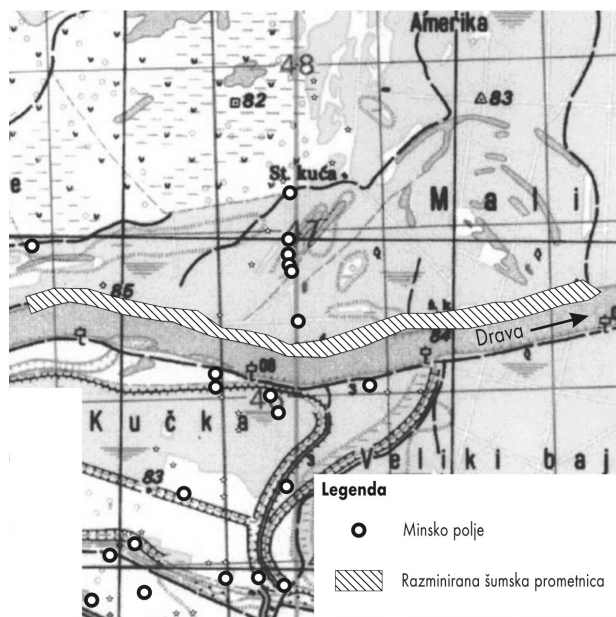
3. Razminiranje hrvatskoga Podunavlja

Za razminiranje se 22 959 hektara podunavskih šuma ovako pojednostavljenom računicom može proračunati, uz uporabu triju strojeva u dvije smjene i pet skupina od po 30 pirotehničara s petosatnim dnevnim radnim vremenom te učinkom od 2 hektara dnevno, da bi trebalo za cjelokupno obavljenje posla 11 480 radnih dana ili, uz 200 radnih dana godišnje, 57 godina. Takve troškove ne bi podnijelo ni jedno šumarstvo, a da to ne uradi nauštrb redovite proizvodnje. Šumarstvo je nisko akumulativna gospodarska grana i teško pokriva i redovite troškove proizvodnje s troškovima obnove šuma.



Slika 2. Strojna mlatilica na radu u Kopačevskim podunavskim šumama

Međutim, dio bi se razminiranja mogao obaviti na teret vlastitih šumarskih sredstava namijenjenih za obnovu. To potvrđuju dva ostvarena primjera i nekoliko projekata u pripremi. Minsko-eksplozivna sredstva postavljena su pretežito uz bojišnicu koja je bila pomaknuta u Podunavlje, 7 do 30 km od granice s Jugoslavijom. Javnim prometnicama koje prolaze kroz područja bivše bojišnice, zbog pretežito zabarenoga i podvodnoga područja, posebno u Kopačkom ritu, nije moguće zaobilazno prići šumi u zaleđu bivše bojišnice.



Slika 4. Položaj razminirane šumske prometnice u gospodarskoj jedinici Kopačevske podunavske šume

Kod Podružnice HCR-a u Osijeku »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, naručile su projekt razminiranja *šumske prometnice* u gospodarskoj jedinici Kopačevske podunavske šume, što je zapravo zemljani put kojim se otvara područje za sječu zrelih plantaža i kultura euroameričke topole s drvnom zalihom od oko 60 000 m³ starosti preko 25. Na osnovi toga projekta razminirana je prometnica (slika 4) u duljini 3530 m, širine 15 m, s tim da je na mjestu gdje je otkriveno minsko polje dodatno i ono razminirano, tako da je ukupno pirotehnički pregledano i razminirano 63 350 m². Ukupan trošak s dodatnim radovima iznosio je 700 000 kuna odnosno svaki posječen m³ bit će troškovno terećen s dodatnih 11 kuna. Jasno je da za to treba osigurati investicijska sredstva jer će sječa slijediti tek za pet godina. Tako je osiguran posao za zaposlenike Šumarije Darda za sljedećih pet godina, osigurano je korištenje etata i spašeno je od propada-

nja 60 000 m³ drva euroameričke topole dobre kakvoće jer, ako se topola ne posječe u optimalnom roku, njezino drvo propada. Razminiranjem je učinjeno radno dostupnim i šire područje od oko 2000 hektara radi zaštite, posebno od požara koji su ovdje česti, ali i radi uzgojnih i uređivačkih radova. Omogućeno je i gospodarenje divljačju, što je vrlo značajno jer se radi o parku prirode Kopački rit.



Slika 5. Razminirana šumska prometnica u gospodarskoj jedinici Kopačevske podunavske šume

Na području Uprave šuma Vinkovci razminirana je šumska cesta i prosjeke u gospodarskoj jedinici Debrinja, ploštine 15 000 m², uz trošak od 380 000 kuna. Na taj je način otvoreno šest odjela hrastovih sjemenskih sastojina starosti preko 100 godina. Time su ujedno omogućeni svi potrebni šumskokulturni radovi. To je područje sa značajnom količinom vjetroloma postalo dostupno, te će se porušeno drveće moći iskoristiti na vrijeme. Podružnica HCR-a Osijek izradila je projekt za razminiranje u GJ Topolovac, a naručeni su projekti za razminiranje cesta i šumskih putova u gospodarskim jedinicama Osječke nizinke šume, Valpovačke podravske šume, Jagodnjačke šume, Zmajevačke šume i Tikveške podunavske šume. Tako se pokazalo da se dio razminiranja mogao obaviti na teret vlastitih sredstava namijenjenih za obnovu.

4. Literatura

- Barbalić, D., 1996: Zabrana mina, stvarnost ili utopija. Velebit, 14. 6. 1996, str. 20–21.
- Barbalić, D., 1996: Zabrana mina, stvarnost ili utopija (II. dio). Problemi uklanjanja mina. Velebit, 28. 6. 1996, str. 22.
- Barbalić, D., 1996: Zabrana mina, stvarnost ili utopija (III. dio). Organizacija čišćenja mina. Velebit, 28. 6. 1996, str. 23.

Bonner, R., 1996: Pentagon razmišlja o zabrani mina. The New York Times, Vjesnik, 19. 3. 1996.

Mikulić, D., 1999: Tehnika za razminiranje. Hrvatski centar za razminiranje, Sisak – Zagreb.

Tuličić, J., Goršeta, D., 1998: Republika Hrvatska i mine. TIPOMAT.

MUP RH, 1997: Ne. Policijska akademija, Visoka policijska škola Zagreb.

Adresa autora:

Pavle Vratarić
»Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
Uprava šuma podružnica Osijek
Julija Benešića 1
31000 Osijek
HRVATSKA
e-mail: pavle.vrataric@hrsume.hr

Dubravko Krušarovski
Hrvatski centar za razminiranje
Podružnica Osijek
Vijenac Ivana Meštrovića 14 b
31000 Osijek
HRVATSKA
e-mail: dubravko.krusarovski@hcr.hr

Tehnološka tranzicija hrvatskoga šumarstva zahtijeva psihološke i sociološke promjene šumarskih stručnjaka

Tomislav Starčević

Sažetak

Osnovne značajke prošloga stoljeća u razvoju hrvatskoga šumarstva mogu se sažeti u intenzivan život šumarske znanstvene i stručne misli, oslonjene na tradicijski, gotovo religiozan odnos stručnjaka-čovjeka i šume ovih prostora, ali i na izostanak razvoja osnovnih organizacijskih oblika, dobro ustrojenih, i gospodarski motiviranih radnih jedinica (šumarija).

Šumarska visokoškolska nastava dugo je godina mlađe šumarske stručnjake temeljito obrazovala iz područja osnovnih bioloških predmeta, dok su šumarska ekonomija, organizacija, mehanizacija rada, a posebice tržište, marketing i poslovođenje bili potisnuti na razinu osnovnih informacija. Svemu tomu znatno je pridonosio gospodarski sustav bez dohodovnog motiva, u kojem nije vrednovana razlika u radnim i dohodovnim doprinosima koji su rezultat stručnosti, kakvoće rada i učinaka. Relativno slab, nemotivirajući ekonomski status hrvatskoga šumarstva rezultirao je neinvestiranjem u znanje, tehniku i razvoj pa su i tržište i tehnologija pretekli operativni život struke.

Obilježja su sadašnjega trenutka hrvatskoga šumarstva vrlo jasne spoznaje o tromosti velikoga, a previše i na pogrešnim mjestima centraliziranoga sustava, te ciljevima i putovima koji jamče razvoj i napredak. No, nužne su pretpostavke takva hoda nova znanja iz mnogo disciplina i toliko nužna hrabrost struke za pokretanje takvih promjena koje će javno svjedočiti stručnost u gospodarskim zahvatima i izbor kadrova kod kojih je služenje zajedničkomu dobru ispred osobnih interesa. Krupnim promjenama moraju se zahvatiti kruti propisi koji dugoročno zaleđuju, inače tako dinamičan život šume, te razvoj tehnologije i tržišta. Velike promjene mora doživjeti funkcija nadzora u pogledu kompetentnosti, brojnosti i ovlaštenja. Putovi za izlazak iz ovakva stanja moraju biti usmjereni prema napuštanju centralizma, proizvodnji slobode i odgovornosti na svim mjestima života i rada, stalnoj izobrazbi određenoga broja mladih stručnjaka u inozemstvu iz znanja o tržištu, razvoju tehnologije, poslovođenja, informatike i motivirajućoj organizaciji rada te nagrađivanju, kao što je to u razvijenim europskim zemljama. Nabrojene promjene moraju se u prvom redu dogoditi u ljudima struke, društvu u cjelini, ali i u državi.

Ključne riječi: decentralizacija, organizacija, edukacija, tranzicija tehnologija, šumarija

1. Uvod

Ako prihvaćamo ocjenu da tehnološki razvoj šumarstva u Hrvatskoj stagnira, da su pomaci u promjenama isuviše spor, onda sam čvrsto uvjeren kako u nizu razloga za takvu ocjenu postoji i onaj koji nije samo tehničke ili čisto financijske prirode, već zalazi u područje psiholoških, pa i socioloških promjena koje se nužno moraju dogoditi u ljudima čiji su živo-

ti vezani uz gospodarenje šumom, ali i onoga dijela državnih institucija koje propisuju, nadziru, prate i na bilo koji način utječu ili sudjeluju u životu hrvatskoga šumarstva. Ovo moje smjelo razmišljanje neće biti pokušaj opravdavanja postojećega stanja, bit će to više težnja da se objektivno obrazloži ustvrđeno zaostajanje u tehnološkom hodu, ali ponajviše poticaj promjenama koje moramo doživjeti mi, trenutni sudjelovatelj i upravnici u hrvatskom šumarstvu.

2. Povijesni pregled

Organiziranje, skrb i razvoj šumarske struke u Hrvatskoj vezani su uz strah od posljedica koje su mogle nastati prekomjernim, a nekontroliranim sječama i nestručnim gospodarenjem šumama polovicom 19. stoljeća. Samo radi ilustracije ovih konstatacija treba reći da je šumovitost Slavonije, u kojoj se nalaze naši najvrjedniji hrastici, između 1750. i 1938. godine pala od 70 % na samo 30 %. Spoznaje o vrijednosti i značenju šuma za opstanak čovjeka bile su osnovom ljubavi i poštovanja koje ljudi ovih prostora nose prema tomu dobru.

Prečesti ratovi, pa onda i redovito uz njih neizbježne ekonomske krize, uglavnom su uvjetovali prekomjernu zahtjevnost prema šumi, ugrožavajući potrajinost kao temeljni gospodarski princip šumarstva. Samo u razdoblju od 1945. do 1951. godine sjeklo se prosječno godišnje 6 237 000 m³, ugrožavao se opstanak vrijednih šuma i svakako rušilo načelo potrajinosti. To je vrijeme kada se moralna struka sukobljava s vlašću. Nakon toga vremena slijede velike akcije pošumljavanja, smanjene sječe i sustavna borba za očuvanje šuma. Na djelu je administrativni centralizirani sustav, dirigirana raspodjela sirovine, planska privreda koja uvjetuje izostanak tržišnih zakonitosti, do krajnjih je mjera sužen prostor za ozbiljnije stručne i gospodarske kontakte sa svijetom, a sve je to uvjetovalo ozbiljnu stagnaciju gospodarskoga razvoja i osuvremenjavanje tehnologije. Značajan se dio dohotka iz šumarstva prelijevao u državne fondove ili fondove regionalnih društveno-političkih zajednica.

Tehnološke inovacije ili racionalizacije radova pojedinih, vrijednih šumarskih entuzijasta, utapale su se u prosječnost čitavoga gospodarskoga sustava. Česte, a nesvrhovite reorganizacije šumarstva u Hrvatskoj gušile su i zaustavljale svaki ambiciozniji pokušaj dugoročnoga programiranja i, dakako, njegove provedbe u smjeru razvoja. Radničko samoupravljanje, poznata »ourizacija«, pa put takozvane funkcionalne organiziranosti hrvatskoga šumarstva samo su dio nepotrebnoga i nesvrhovitoga, a skupoga eksperimentiranja s organiziranošću šumarstva.

Ipak, razdoblje nakon 1960. godine, kad se u organizirano šumarstvo vraća iskorištavanje šuma, obilježeno je kao vrijeme u kojem su se dogodili značajniji pomaci u pravcu tehnološkoga razvoja. Šume se otvaraju izgradnjom komunikacija, ulaze motorne pile, poljoprivredni traktori, iza njih zglobni šumski traktori, hidraulične dizalice, traktorski i kamionski skupovi, snimaju se prve tehničke norme te čine ozbiljniji koraci na osuvremenjavanju proizvodnoga rada. Uvodi se i školuje stalna radna snaga, prevozi se na posao, pokušava se motivirajućom raspodjelom stimulirati

rad i vještina. No, opća klima površnosti, nemotiviranosti, bez kompetentne kontrolne funkcije, uvelike potire i usporava napredak.

U obrazovnom dijelu šumarska visokoškolska nastava temeljito je educirala mlade stručnjake iz mnogih bioloških disciplina, dok je područje ekonomike, organizacije rada, poslovođenja, tržišnih zakonitosti i marketinga u cjelini značajno zaostajalo iza njihova razvoja u razvijenim zemljama Zapada. Radi ilustracije evo navoda i konstatacija iz knjige *Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860 – 1960*: »Osnutkom Gospodarsko-šumarskog fakulteta 1919. god. formirana je stolica za uređivanje šuma s predmetima uređivanje šuma i računanje vrijednosti šuma sa šumarskom statistikom. Od osnutka Zavoda postojala je težnja da se u njemu koncentrira obrađivanje ekonomskih problema šumskog gospodarstva.« Nakon Drugoga svjetskoga rata Zavod mijenja ime u Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku te se u njemu koncentriraju svi ekonomski i pravni predmeti. Osnutkom Šumarskoga fakulteta provedena je 1960. godine dioba zavoda te su osnovana dva nova samostalna zavoda: Zavod za ekonomiku i organizaciju šumske privrede i drvne industrije te Zavod za uređivanje šuma. Prema Statutu Šumarskoga fakulteta iz 1960. godine zavod kao nastavna organizacijska jedinica obuhvaća ove predmete: osnove prava, ekonomika šumarstva, ekonomika šumsko-privrednih organizacija, organizacija i poslovanje šumsko-privrednih organizacija te trgovina drvetom. Ipak, ostaje neizbježan zaključak: »Zavod je kroz čitavo vrijeme svoga postojanja raspolagao minimalnim brojem osoblja.« Dvadeset i šest godina poslije udžbenik i priručnik Šumarskoga fakulteta *Ekonomika šumarstva* prof. dr. R. Sabadija puno stranica posvećuje računanju vrijednosti šuma, tako da su ostala poglavlja skraćena, a neki problemi čak potpuno izostavljeni. Kako sam autor u predgovoru kaže: »Tako npr. veoma važnom planiranju u šumarstvu ili pak razmjeni plodova proizvodnje nije pri obradi dat prostor kakav bi po važnosti zaslužilo.« Potvrda tomu navodu nalazi se u knjizi (str. 337), u kojoj se marketing određuje kao proces potreban pri prenošenju dobara od proizvađača potrošaču, ili pak kako su marketing i tržišno istraživanje sastavni dijelovi u načinu dobivanja slike o potrošačevim željama.

3. Stanje u operativi

U operativnom-gospodarskom životu svjedoci smo nedostatka naših znanja, čak bih rekao načina promišljanja o jednoj tako velikoj ekonomskoj istini, a ona se odnosi na to da dobra nemaju koristi sve dok nisu na raspolaganju potrošaču u obliku i u traženo vrijeme, te na mjestu gdje je on za njih spreman

platiti primjerenu cijenu. Razlog za takav tijek stvari dobrim dijelom leži u ukupnom gospodarskom sustavu, ozračju bez čvrstih dohodovnih motiva, tržišnih zakonitosti te pogubne uravnilovke u raspodjeli plaća, bez prisutnosti legalnoga i kontroliranoga privatnoga interesa u poslovanju, u posvemašnjem izostanku motivacije i kreativnosti. Stoga je nažalost moguće i prihvatljivo obrazloženje za slab ekonomski položaj šumarstva izostanak investiranja u razvoj postupaka i tehnike, slabašno znanje o tržištu i marketingu, pa je posljedično operativni život šumarske struke u odnosu na razvoj tehnologije, a posebno tržišnoga potvrđivanja, u značajnom zaostatku prema zapadnomu, razvijenomu gospodarstvu u cjelini. Primjer za tako prespore reakcije struke lako ćemo naći u nedogađanju razvoja vanjske usluge i poduzetništva: mi naime taj razvoj dočekujemo umjesto da ga sami gradimo. Činjenica je kako je ekonomska funkcija šumarstva vidljivo zanemarena.

Pojam je društvenoga (državnoga) vlasništva više od pet desetljeća ugrađivan u našu psihu, nije nikada mogao zaživjeti u željenom obliku, tim više što nas je mnoga stoljeća pratila tužna povijesna istina o nepostojanju vlastite države, pa se nebriga za nju ili čak otkidanje od nje, kao tuđinske vlasti, nije smatralo grijehom, već samo »snalažljivošću« ili čak dobrim djelom.

4. Vrijeme promjena

Goleme i mnogostruke, a dugo željene promjene koje su nam se dogodile u posljednjem desetljeću ovoga tisućljeća, toliko su radikalne da osobno držim kako sve nisu niti su mogle biti odjednom, a još manje i uspješno provedene. Teško je pretpostaviti da se odjednom može dogoditi europski, razvijeni način mišljenja i snalaženja u ustrojavanju svih oblika moderne pravne države i svih njezinih institucija, ukupne ekonomike, posebice ekonomike i racionalnoga ustroja šumskoga gospodarstva, a vrlo je teško ostvariti promjene u mentalnom sklopu ljudi gdje je dugo boravila stagnacija i čini se genetski iskrivljene predodžbe o putovima razvoja, rasta i stjecanja dobara. U vremenu anomije, iskrivljenoga morala, bez kriterija oko sigurnosti u pogledu pravne zaštite, nije čudo da smo svjedoci događanja u kojem se nerijetko na površini nalaze ljudi koji zajedničke interese podređuju svojim osobnim.

Pretpostavke takvih promjena razumijevaju tako nužnu građansku hrabrost, organiziranu borbu, pa i žrtve na putu promjena u kojima će igru preuzimati ljudi spremni svojim djelima svjedočiti sve ono u što se zaklinju i što u idejama pronose. Drugo područje koje nosi stare, preživjele i krute okvire su zakoni i propisi koji prate gospodarski život. U gospodarskoj

grani šumarstva dobar dio zakonske regulative opsjednut je zaštitom (čuvanjem) šume od šumara, kao da sva gotovo dva stoljeća stara svjedočanstva o proizvodnom i prirodnom stanju šuma nedovoljno odražavaju taj odnos. Štoviše, sama se šumarska struka, u svojoj jezgri, zanesenjački, rekao bih čak religiozno, odnosi prema šumi, pa su nam propisi šumskogospodarskih osnova često daleko od gospodarske nužnosti, a kamoli od ekonomskoga kompromisa. U tom će dijelu struka morati mijenjati hijerarhiju ciljeva.

Nije onda čudo kad danas ustvrđujemo kako skupo, a uzgojno bezrazložno negujemo najniže degradacijske oblike submediteranskih i mediteranskih sastojina na kršu, ali isto tako negujemo proredama uzgojno beznačajnim intenzitetima degradirane i malovrijedne sastojine minimalnih obrasta i kakvoće u kontinentu, čiji uzgojno gospodarski učinci neće biti prepoznatljivi. Kad se još tomu doda istina da smo i to drvo u stanju proizvesti, a da unaprijed znamo kako ju ne možemo tržišno potvrditi, onda je svaki komentar suvišan. Gospodarska je istina da je samo maksimalna proizvodnja jedino ispravan put, no uz nužnu spoznaju kako svako dobro, pa i drvo, nema iskazanu korist sve dok nije kupac za nju spreman platiti cijenu.

Sada je sasvim jasno da su kruti, nerijetko uzgojno preambiciozni, a ekonomski neuravnoteženi dugoročni propisi osnova gospodarenja šumama i šumskim zemljištima, koji se podosta teško i zamršeno mijenjaju, jedna od kočnica na putu bržega prilagođavanja zahtjevima tržišta. Danas, osim tržišnoj hirovitosti, šumski su ekosustavi izloženi učestalim stresovima, izazvanima antropogenim utjecajima, klimatskim ekscesima i promjenama stanišnih uvjeta, pa je vrlo jasno i sigurno kako će dugoročno preokupacija šumarske struke biti trajna i redovita borba za sanaciju i obnovu šuma, očuvanje njihove prirodnosti, proizvodnosti, potrajnosti i samoobnovljivosti. Prirodno je da tako predviđen razvoj događaja nužno nalaže i mnoga nova znanja u struci, načinima izvođenja radova, njihovu planiranju i praćenju, ali i u odgovarajućim pomacima u zakonskoj regulativi te vrlo značajnom pomaku u funkciji i kompetenciji kontrole i nadzora.

Sadašnje stanje hrvatskoga šumarstva, nakon svih ovih promjena, obilježava izvrsna ideja jedinstvenoga poduzeća, u ideji koncipiranoga na jedinstvu šumarske politike, jedinstvenom uređivanju šuma, na temeljnim odrednicama strategije razvoja, marketinga koji uključuje istraživanje tržišta, ali isto tako i previše centraliziranoga, kompliciranoga i tromoga sustava s izrazito prepoznatljivim izostankom dohodovnog interesa temeljnih organizacijskih jedinica (šumarija). Velik broj ljudi koji bi morali nositi kreativnost, racionalizaciju na izvoru događaja, nisu motivirani, nemaju nužna ovlaštenja i odgovornost.

5. Putovi promjena

Putovi izlaska iz ovakva stanja nisu nepoznanica, pa ipak čitav sustav ne kreće se potrebnom dinamikom koja bi u dogledno vrijeme jamčila iskorak prema željenom cilju. To je vrijeme kad svjesno prihvaćamo nove stvari, a instiktivno nastavljamo raditi po starome. Čini se da je osnovna pretpostavka iskoraka prema tom cilju proizvodnja slobode i odgovornosti na svim mjestima života i rada. Tako proizvedena sloboda vrlo će brzo zahtijevati unutarnji preustroj poduzeća na tragu usklađivanja ovlaštenja s odgovornostima, a povećana ovlaštenja i odgovornosti povući će isto tako nužne kadrovske promjene u kojima će svoj prostor nalaziti mladi i moralni, osposobljeni stručnjaci, obogaćeni novim znanjima. Nije tajna da nam je nužna trajna edukacija u području poslovođenja, informatike, razmjene znanja sa svijetom, odnosima s javnošću, istraživanju tržišta i marketingu, pa sve do jednostavnijih modela stimulativnoga nagrađivanja za inovacije, dohodovne učinke i rad. To dakako nije ni jednostavno ni lako, no sigurno je da tomu putu nema alternative.

Usporedo s ovakvim promjenama u poduzeću za šume nužne su slične promjene u barem isto toliko važnoj sastavnici ovoga gospodarskoga kompleksa,

kao što su državne institucije (Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, Ministarstvo gospodarstva, Državni inspektorat, pravosuđe i sl.). *Promjene o kojima govorim počet će se događati tek onda kad se sve tako nužne promjene počnu događati u nama, u psihi ljudi koji žive za šumu i od šume, te u društvenom ozračju ljudi i institucija naše države.*

6. Literatura

»Hrvatske šume«, p. o. Zagreb: Program razvoja (1991 – 2025. god.)

Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Povijest šumarstva Hrvatske 1846 – 1976, Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Zagreb 1976.

Rauš, Đ., 1992: Šume i šumarstvo u obnovi istočne Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Sabadi, R., 1992: Ekonomika šumarstva. Školska knjiga, Zagreb, 1–280.

Starčević, T., 1999: Šumsko gospodarstvo Hrvatske; prijedlozi za raspravu. Šumarski list, 3–4.

Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860 – 1960, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Adresa autora:

Tomislav Starčević
 »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
 Direkcija Zagreb
 Farkaša Vukotinovića 2
 10 000 Zagreb
 HRVATSKA
 e-mail: tomlav.starcevic@hrsume.hr

Gospodarenje i uređivanje prebornih šuma u gospodarskoj jedinici Belevine

Juro Čavlović, Mario Božić, Nikola Lukić

Sažetak

Gospodarska jedinica Belevine u okviru Nastavno-pokusnoga šumskoga objekta Zalesina Šumarskoga fakulteta u Zagrebu više ili manje predstavlja područje prebornih šuma u Hrvatskoj, napose preborne šume Gorskoga kotara koje imaju dugu i složenu povijest gospodarenja.

U radu je na primjeru preborne šume gospodarske jedinice Belevine ukratko prikazan razvoj odnosa prema šumi te načina uređivanja prebornih šuma u okviru društveno-povijesnih i gospodarskih promjena, te promjena vlasničkih odnosa. Izdvojena su tri razdoblja koja imaju svoja znakovita obilježja. Razdoblje do 1870. godine obilježeno je u početku nekontroliranim sječama šume, kada su u Gorskom kotaru postojale bukove prašume. Razvoj manufakture i metalurgije te širenje i osnivanje novih naselja utječe na sve veće iskorištavanje bukve. Gradnja cestovnih prometnica iz unutrašnjosti prema obali i 70-godišnje razdoblje poslije 1870. godine označuje gospodarenje po uzoru na njemačko šumarstvo, kada se šuma Belevine nalazi u vlasništvu njemačke obitelji Thurn i Taxis. Posebna je značajka toga razdoblja bila započinjanje i ostvarenje ideja o oblikovanju čistih crnogoričnih sastojina jednodobne strukture. Svakako je u prikazu gospodarenja najznačajnije posljednje 50-godišnje razdoblje, otkada Šumarski fakultet neprekinuto gospodari šumom Belevine na jedinstven način, dosljedno provodeći postavljene ciljeve i smjernice gospodarenja. Temeljna je smjernica gospodarenja bila oblikovanje mješovitih jelovo-bukovih sastojina preborne strukture s grupimičnim prostornim rasporedom stabala. Metoda se uređivanja zasnivala na propisanoj mješovitoj normali za jelu i buku u odnosu 80 : 20 sa zrelosnim prsnim promjerom za jelu od 70 cm. Tijekom toga 50-godišnjega razdoblja drvena se zaliha nalazila iznad normalne, a udio bukve u ukupnoj drvenoj zalihi povećao se od 3 % do 24 % na kraju razdoblja. Propisane i obavljene 10-godišnje sječe bile su cijelo vrijeme veće od izmjerenoga 10-godišnjega prirasta. Tijekom pedesetak godina posječeno je ukupno 113 300 m³, što približno odgovara ukupnoj drvenoj zalihi šume.

Nadalje, prikazani su i rezultati snimanja postojećega stanja prebornih sastojina i cijele šume u okviru izradbe novoga plana gospodarenja: stanje drvene zalihe i prirasta, stanje prirodnoga pomlađivanja te odnos prema normalnoj prebornoj konstituciji. U odnosu na propisanu mješovitu normalu u šumi se nalazi, s jedne strane, nagomilana prezrela drvena zaliha prsnoga promjera iznad 70 cm, te manjak tankih i srednje debelih stabala s druge strane.

Poseban je naglasak stavljen na stalnost neprekinutoga prirodnoga pomlađivanja, priljeva stabala u sastojinu, na kojem se zasniva stalna i opstojna preborna struktura. Izmjereno godišnje povećanje od 4,1 biljke po hetaru (1,5 biljka jele i 2,6 biljaka bukve) daleko je od zadovoljavajućega najpogodnijega rasta za šumu Belevine od najmanje 10 biljaka godišnje po hektaru.

Na temelju izmjerenih sastavaka postojećega stanja i zadanih smjernica gospodarenja u simulacijskom modelu SD prikazano je buduće kretanje elemenata strukture prebornih sastojina i šume. Smjernice gospodarenja sastojale su se u postupnom uklanjanju zrele drvene zalihe iznad prsnoga promjera od 70 cm te povećanju broja i prirasta jele i bukve. U okviru takva načina gospodarenja, tijekom budućih 50 godina s intenzivnijim sječama (35 % intenziteta), posjeklo bi se ukupno 177 000 m³, a drvena zaliha od 430 m³/ha smanjila bi se na 300 m³/ha. To je pretpostavka postupnoga povećanja porasta određenih razreda i približavanja normalnoj prebornoj strukturi. Tijekom budućih 50 godina uklonila bi se prezrela stabla, porastao bi broj najtanjih stabala, međutim, još uvijek bi bilo premalo srednje debelih stabala.

U budućem planu gospodarenja, s obzirom na dosadašnje gospodarenje i stanje šume, te promjena prirodnih tokova, a u okviru bitno promijenjenih zahtjeva prema šumi, propisani gospodarski postupci trebaju biti u potpunosti podređeni očuvanju stabilne i prirodne šume s najvećom mogućnošću pružanja općih i drugih koristi od šume.

Ključne riječi: preborna šuma, metode uređivanja, priljev, model SD, smjernice budućega gospodarenja

1. Uvod

Preborno gospodarenje ima veoma veliko značenje za hrvatsko šumarstvo. Sa svojim prebornim šumama Gorski kotar zauzima istaknuto mjesto kao najšumovitiji dio Hrvatske, s najljepšim prebornim jelovo-bukovim šumama. Za njega se može reći da ima dugu i složenu povijest gospodarenja šumama. U okviru promjena povijesno-društvenih, gospodarskih i vlasničkih odnosa mijenjali su se i postupci u šumi, od prvih nestručnih i nekontroliranih, preko iskustvenih, pa do stručnih i znanstvenih. Početkom 20. stoljeća počinje se s intenzivnim stručnim i znanstvenim radom na gospodarenju prebornim šumama (Kern 1898, 1909, Jovanovac 1925), a posebno posljednjih 50 godina (Šurić 1933, Klepac 1953, 1954, 1956, 1960, 1961, Matić 1983, Križanec 1993, Božić 1998). Kao posljedica dosadašnjega utjecaja čovjeka u posljednje su vrijeme uočljive značajne promjene u sastavu prebornih jelovih šuma (Klepac 1995, Matić i dr. 1996, Čavlović i Marović 1997), te promjene njezinih razvojnih stadija (Korpel 1996).

Gospodarska jedinica Belevine, koja se nalazi u okviru Nastavno-pokusnoga šumskoga objekta Zalesina Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, dobro predstavlja preborne šume Gorskoga kotara. Stoga se u radu prikazuje gospodarenje i uređivanje prebornih šuma s predviđanjem budućega gospodarenja na primjeru preborne šume Belevine.

2. Opće značajke šume gospodarske jedinice Belevine

Gospodarska jedinica Belevine po svom se položaju nalazi u području prebornih šuma u Gorskom kotaru, UŠ Delnice. Smještena je uz sjevernu stranu visoravni Kupjak na nadmorskoj visini 720 – 870 m, na tri gorske glavice, blagih, manje strmih padina.

U tom području prevladava topla, umjereno kišna (etezijska) klima, gdje je srednja mjesečna temperatura ljetnih mjeseci ispod 22 °C. Srednja godišnja temperatura iznosi 6,7 °C. Vegetacijsko razdoblje traje 140 dana (srednje su dnevne temperature veće od 5 °C). Vlažnost je zraka visoka tijekom cijele godine i iznosi 81 %. Količina se oborina kreće od 1500 do 2500 mm (prosječno 2074 mm), a snježno razdoblje traje prosječno 188 dana.

Šuma se nalazi na silikatnoj geološkoj podlozi, na kojoj se razvijaju kisela smeđa, smeđa do podzolasta tla.

Reljef je blago valovit, lepezasto izbrazdan u smjeru sjeveroistok-jugozapad, uglavnom prisojnih ekspozicija, s nagibima do 20°.

Od biljnih zajednica prevladava jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum* Ht. 1950), te manje rasprostranjena bukovo-jelova šuma (*Abieti fagetum croaticum* Ht. 1950).

Ukupna je površina šume i šumskoga zemljišta 293,94 ha. Od toga je šumom obraslo 283,20 ha, dok na neobraslo proizvodno šumsko zemljište otpada 5,88 ha. Neplodnoga je tla 4,86 ha.

Obraslo je šumsko zemljište podijeljeno na četiri uređajna razreda:

- uređajni razred *Jela II* 266,24 ha
- uređajni razred *Bukva i jela* 9,93 ha
- uređajni razred *Zaštitne šume* 6,27 ha
- uređajni razred *Park* 0,76 ha.

3. Povijest dosadašnjega gospodarenja

Može se ustvrditi da šuma gospodarske jedinice Belevine predstavlja područje prebornih šuma Gorskoga kotara s kojima je dijelila sudbinu duge i složene povijesti gospodarenja tim šumama.

Vrijeme od kraja 12. stoljeća, otkada postoje prvi pisani dokumenti o vlasničkim odnosima nad tim šumama, može se grubo podijeliti na tri razdoblja, koja su imala svoje posebne značajke odnosa prema šumi i utjecaju na gospodarenje i razvoj uređivanja šuma u okviru povijesno-društvenih i gospodarskih promjena.

3.1. Razdoblje do 1871. godine

Značajno je za to razdoblje da su se u Gorskom kotaru nalazile bukove prašume s malim udjelom crnogorice. Krajem 16. stoljeća počinje prvo iskorištavanje bukovih šuma nekontroliranim sječama. Zbog neposrednoga prometnoga i putova u šumi se palio drveni ugalj, te pridobivala potaša za proizvodnju stakla, kao i neki lakši sortimenti (šindra, dužica, vesla, gredice, kolarska građa i drugo). Širenjem i osnivanjem novih naselja te razvojem metalurgije i manufakture

u 18. se stoljeću šume više iskorištavaju. Međutim, do jačega razvoja trgovine drvom dolazi gradnjom prometnica iz unutrašnjosti prema moru. Za ove šume posebno je značajna izgradnja Karolinske ceste 1726–1732. (Karlovac – Vrbovsko – Ravna Gora – Fužine – Kraljevica), te Lujzinske ceste 1805–1809. godine (Karlovac – Skrad – Delnice – Rijeka). Izgradnja tih cesta imala je posebno značajan utjecaj na šumu Belevine zbog pojačanoga iskorištavanja krupnijih bukovih sortimenata. Sječe su inače postale prostorno organiziranije.

3.2. Razdoblje od 1872. godine do 1931. godine

Obilježje gospodarenja šumama Gorskoga kotara dala je njemačka porodica Thurn i Taxis u čijem je bila vlasništvu.

Početkom toga razdoblja, 1873 – 1878. godine, posebno je značajna izgradnja željezničke pruge Zagreb – Karlovac – Rijeka koja je dovela do gotovo potpunoga nestanka bukve krajem 19. stoljeća. Primjerice, bivši revir Zalesina imao je 1867. godine 67 %, 1930. godine 19 %, a 1980. godine 10 % bukve.

Prvih 20 godina, po uzoru na njemačko šumarstvo, nastoji se ostvariti zamisao stvaranja čistih crnogoričnih sastojina sustavnim uklanjanjem bukve.

1891/92. provedeni su prvi uređajni radovi kada su zatečene pretežno čiste jelove sastojine smanjena obrasta i prekinutoga sklopa. Zbog vjetroizvala propisano je pošumljavanje smrekom do 1900. Obavljene su samo najnužnije sječe bolesnih stabala tako da je propisivano mjesto, vrijeme i način odabiranja i sječe stabala – gospodarilo se preborno.

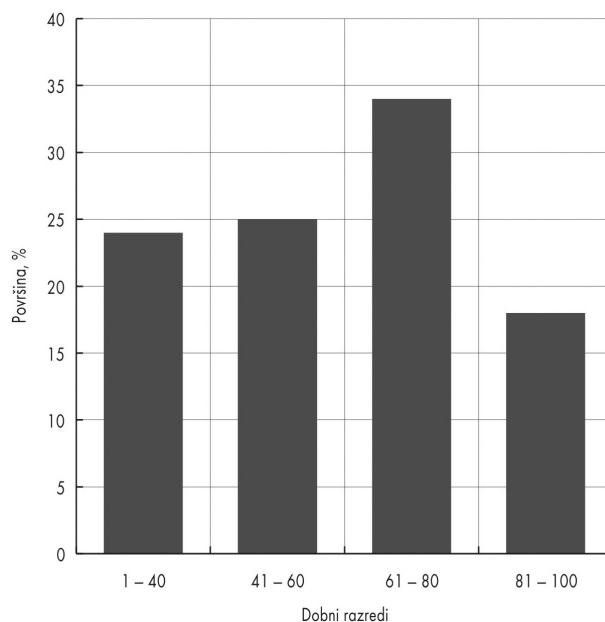
1911/12. obavljani su sveobuhvatni uređajni poslovi mjerenjem svih stabala iznad 32 cm, te uzorka visina stabala. Usporedbe radi u tablici 1 prikazani su podaci te izmjere s izmjerom 1969.

U gospodarenju prevladava tzv. novčana zrelost s donjom granicom ukamaćenja od 3 %. Na temelju toga utvrđen je prsni promjer sječive zrelosti od 56 cm uz prosječni debljinski prirast od 6 mm. Kako dimenzija zrelosti od 56 cm odgovara dobi od 100 godina, šuma je podijeljena na 4 dobna razreda (slika 1). Raznodobnost je podržavana unutar svake pojedine sastojine uz dugo pomladno razdoblje od 40 godina.

Najznačajnije je obilježje ovoga razdoblja započeta i ostvarena zamisao oblikovanja čistih crnogoričnih sastojina.

Tablica 1. Usporedba izmjera iz 1911. i 1969. godine

Godina izmjere	Broj stabala	Drvena zaliha		Obujam srednjega stabla
		m ³	m ³ /ha	
1911.	D _{>32cm} 33 698	56 744	202	1,69
1969.	D _{>30cm} 42 029	115 029	431	2,75



Slika 1. Raspodjela dobnih razreda

3.3. Razdoblje od 1950. godine

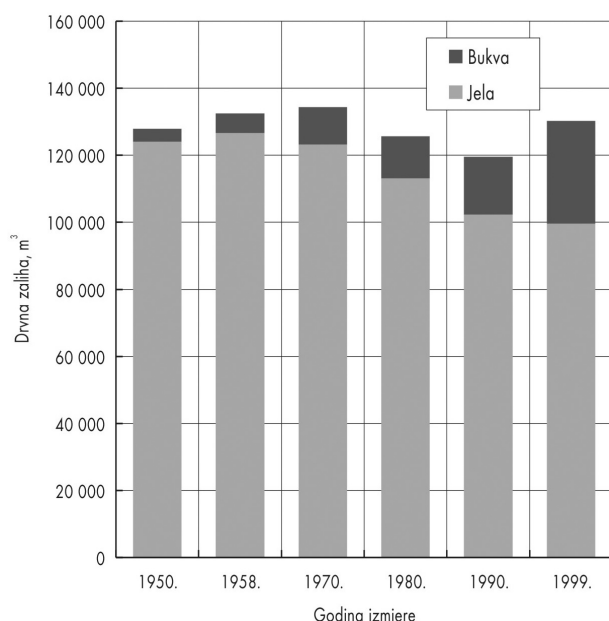
Godine 1950. šuma Belevine, koja se tada nalazila u sklopu bivše Šumarije Zalesina, ustupljena je Šumarskomu fakultetu u Zagrebu na upravljanje i gospodarenje, za potrebe nastave i znanstvenih istraživanja. Tijekom 50-godišnjega razdoblja Šumarski fakultet neprekinuto, podjednako dosljedno gospodari šumom Belevine, provodeći početno postavljene ciljeve i smjernice gospodarenja:

- zahtijeva se da se ondašnje jednodobne i prelazne strukture prevedu u preborno
- temeljnicu je trebalo svesti na optimalnu od 34 do 37 m²
- svakih 10 godina provođena je preborna sječa u sastojini najvećega intenziteta od 25 %
- nastojalo se oblikovati mješovite jelovo-bukove sastojine omjera 80 : 20, preborne strukture i grupimičnoga prostornoga rasporeda stabala.

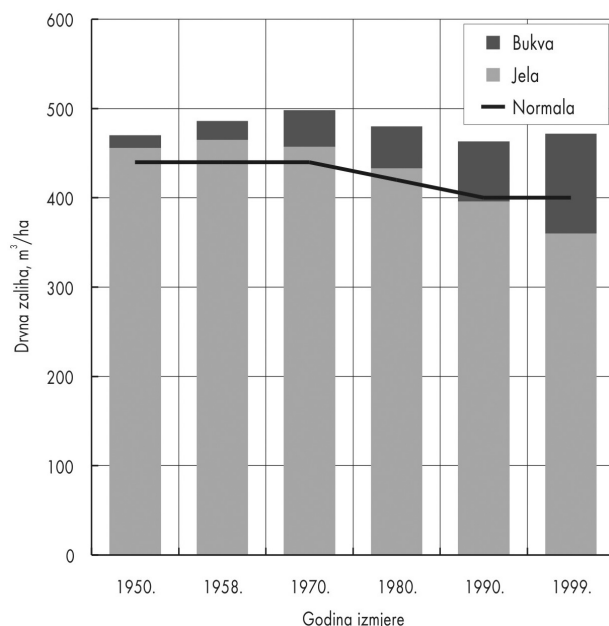
Redovito su rađeni planovi gospodarenja na temelju inventarizacija, u početku svekolikim, a poslije na primjernim površinama. Prvi plan gospodarenja izrađen je prema *Instrukciji* iz 1937. godine, a u drugom je etat određen po *Melardovoj formuli*. Poslije 1963. godine uređivalo se po metodi *Novoga sustava za uređivanje prebornih šuma*.

Gospodarilo se po načelima intenzivnoga gospodarenja u biološkom i tehničkom smislu.

Rezultati gospodarenja najbolje se mogu vidjeti u kretanju drvene zalihe, strukture po vrstama drveća, prirasta, te propisane i obavljene sječe tijekom protekloga pedesetogodišnjega razdoblja (slike 2, 3 i 4).

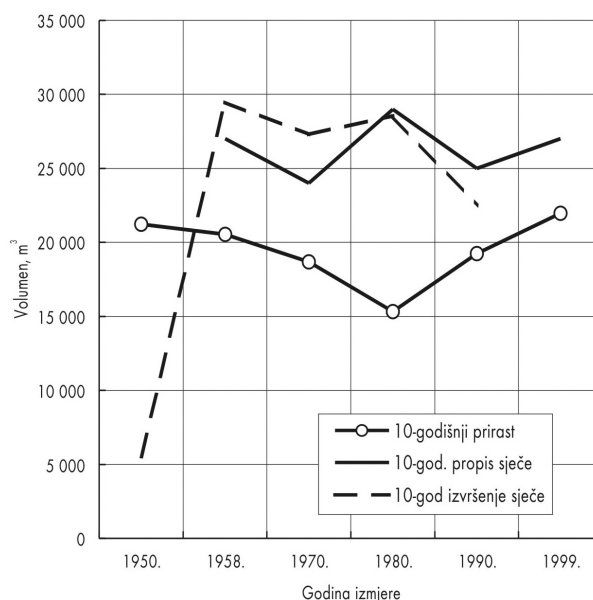


Slika 2. Kretanje ukupne drvene zalihe u razdoblju 1950–1999. godine



Slika 3. Kretanje drvene zalihe po hektaru u razdoblju 1950–1999. godine

Kretanje ukupne i prosječne drvene zalihe po hektaru u posljednjih šest inventura pokazuje da se ukupna drvena zaliha kretala od 120 000 do 130 000 m³, odnosno od 460 do 500 m³/ha. Ako se gleda sastav drvene zalihe po vrstama drveća, na slikama je uočljiv trend stalnoga smanjivanja udjela jele u posljednjih 30 godina. S druge strane, udio bukve rastao je tijekom cijeloga razdoblja, od početnih 3 % pa do 24 % na kraju razdoblja. To svakako upućuje na procese koji utječu na promjenu unutarnjih strukturnih odnosa u sastojinama.



Slika 4. Kretanje 10-godišnjega prirasta, propisane i obavljene sječe u razdoblju 1950–1999. godine

Iz odnosa između mjerena desetogodišnjega prirasta te propisanih i obavljenih desetogodišnjih sječa vidljivo je da se mjereni desetogodišnji prirast kretao oko 15 000 do 22 000 m³, propisane 10-godišnje sječe kretale su se od 24 000 do 29 000 m³, a obavljena 10-godišnja sječa od 22 000 do 30 000 m³. Tijekom cijeloga razdoblja propisana i obavljena sječa bila je iznad izmjerenoga prirasta s obzirom na činjenicu da se postojeća drvena zaliha nastojala svesti na normalnu. Odstupanja između propisanih i obavljenih sječa bila su unutar dopuštenih granica $\pm 20\%$.

Ukupno gledano, tijekom posljednjih 48 godina posječeno je 113 309 m³ drvene zalihe, što gotovo odgovara drvenoj zalihi šume na panju koja stalno postoji tijekom navedenoga razdoblja. Ako se uzme da dob zrelih stabala (*proizvodni ciklus*) u ovoj prebornoj šumi iznosi najmanje 150 godina, to znači da se tijekom jednoga proizvodnoga ciklusa mogu posjeći tri drvene zalihe zrelih i nezrelih priroda. To govori o visokoj proizvodnosti ovakve preborne šume.

4. Snimanje postojećega stanja šume Belevine u okviru izradbe novoga plana gospodarenja

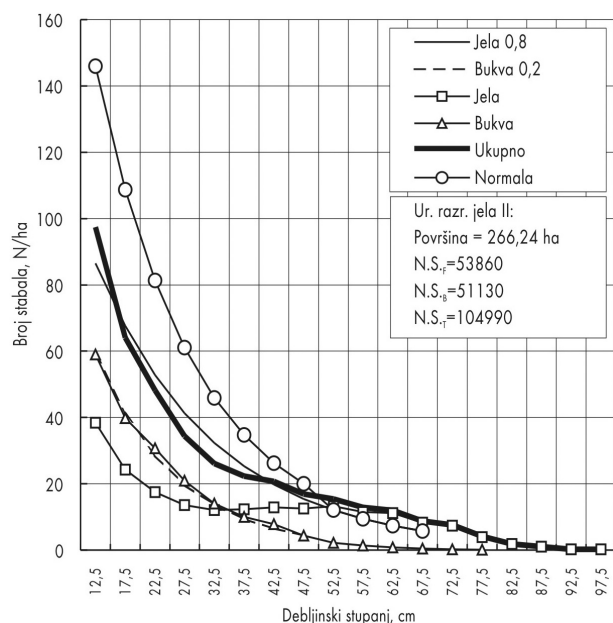
U okviru pripremnih radova za izradbu novoga plana gospodarenja ljeti 1999. obavljene su sveobuhvatne izmjere i snimanje postojećega stanja sastojina u gospodarskoj jedinici. U svakom odsjeku položena je kvadratična mreža sa stranicom od 90 m. Na križištima mreže, svakih su 90 m iskolčavane kvadratične plohe pomoću poludijagonala, površine 900 m².

Na plohama su mjereni promjeri svih stabala iznad 5 cm prsnoga promjera, mjerene su tri visine te bušeni izvršci s triju stabala po položaju najbližih središtu plohe, bušen je po 1 izvratak sa stabla debljinskoga stupnja 7,5 cm, mjereni su promjeri i visine dvaju dominantnih jelovih stabala koja gravitiraju plohi, izbrojen je ponik i pomladak na kružnoj potplohi promjera 4 m, izbrojen je mlađi i stariji mladik na kružnoj potplohi promjera 8 m, te dan opis sastavaka staništa i sastojine na dijelu koji teži primjernoj plohi.

Izmjerena srednja visina prevladavajućih stabala za cijelu šumu od 35,5 m odgovara prethodnim izmjerama. Na tom se podatku zasniva i mješovita normala jele i bukve u omjeru 80 : 20 uz zrelosni prsni promjer za jelu od 70 cm i bukvu od 40 cm, po kojoj se gospodarilo u prošlom razdoblju.

Sadašnje stanje sastojina i cijele šume najbolje se prikazuje u odnosu na propisanu normalu po kojoj se gospodari.

Za prosječnu prebornu sastojinu unutar najznačajnijega uređajnog razreda *Jela II*, koji zauzima 91 % ukupne površine šume, prikazana je raspodjela broja stabala i drvene zalihe po debljinskim stupnjevima (razredima) u odnosu na spomenuti normalni model (slike 5 i 6). Na prvi su pogled uočljive dvije stvari; postoji izrazit višak ukupnoga broja stabala i drvene zalihe iznad 50 cm prsnoga promjera, te manjak stabala i drvene zalihe ispod 50 cm prsnoga promjera. Kako raspodjela broja stabala i drvene zalihe bukve uglavnom odgovara normalnomu modelu, odstupanja od normalnoga modela ogledaju se u stanju



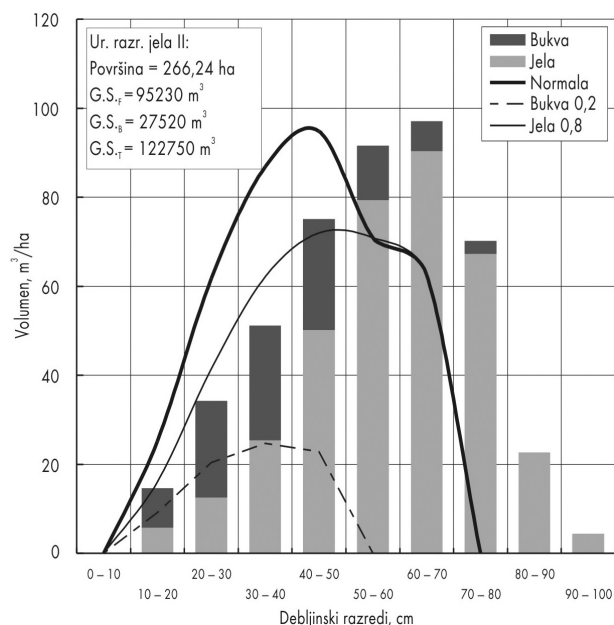
Slika 5. Raspodjela broja stabala po debljinskim stupnjevima - uređajni razred *Jela II*

raspodjele stabala i drvene zalihe jele. Iznad propisanoga prsnoga promjera zrelosti za jelu od 70 cm nalazi se 93 m³/ha, što iznosi 26 % drvene zalihe. Velik je dio te zalihe prezreo i znatno je smanjena prirasta. S druge strane, u dijelu tankih i srednje debelih stabala koja su u manjku, posebno je izražen nedostatak stabala prsnoga promjera oko 30 cm.

S obzirom na izneseno stanje strukture prosječne preborne sastojine u odnosu na normalni mješoviti model, uz izmjerena visoka vremena prijelaza (slabije prirašćivanje stabala), bitno je utvrditi i stanje prirodnoga pomlađivanja.

Kako je prije navedeno, na primjernim plohama izbrojene su biljke mladoga naraštaja svrstane u četiri kategorije. Rezultati toga brojenja po odsjecima, koji su svedeni na cijelu šumu, prikazani su u tablici 2.

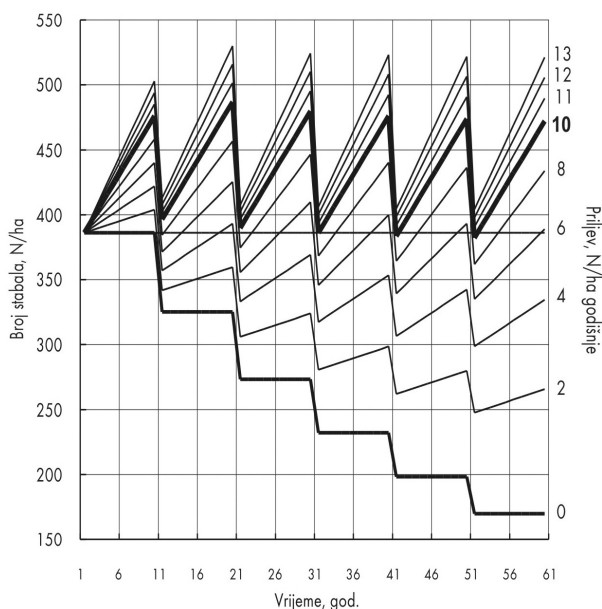
Podaci u tablici pokazuju da je stanje prirodnoga pomlađivanja loše. Ako se izuzme stanje ponika koji se svake godine pojavljuje i nestaje, broj biljaka pomlatka i mladika koje su prošle stadij borbe za opstanak ne zadovoljava. To se posebno odnosi na jelu.



Slika 6. Raspodjela drvene zalihe po debljinskim razredima - uređajni razred *Jela II*

Tablica 2. Stanje prirodnoga pomlađivanja

	Broj biljaka po hektaru			
	ponik	pomladak	mlađi mladik	stariji mladik
Jela	7 498	2 808	416	165
Bukva	620	3 236	413	157
Ukupno	8 118	6 044	829	322



Slika 7. Utjecaj priljeva na ukupan broj stabala - II. normala za jelu

Kako se to odražava na godišnji priljev, odnosno na broj stabala koji godišnje uđe u mjerljivi dio sastojine, dano je u sljedećem prikazu.

$$\text{Priljev}_{\text{jela}} = (N_{7,5} + N_{12,5})/2 \cdot t_{7,5} = (52 + 39)/2 \cdot 31,2 = 1,5 \text{ stabala/ha} \cdot \text{god.}$$

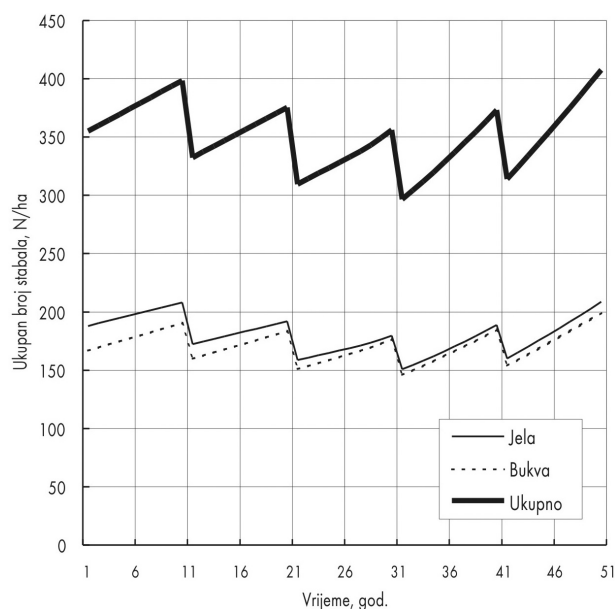
$$\text{Priljev}_{\text{bukva}} = (N_{7,5} + N_{12,5})/2 \cdot t_{7,5} = (70 + 59)/2 \cdot 24,6 = 2,6 \text{ stabala/ha} \cdot \text{god.}$$

$$\text{Priljev}_{\text{ukupno}} = 4,1 \text{ stablo/ha} \cdot \text{god.}$$

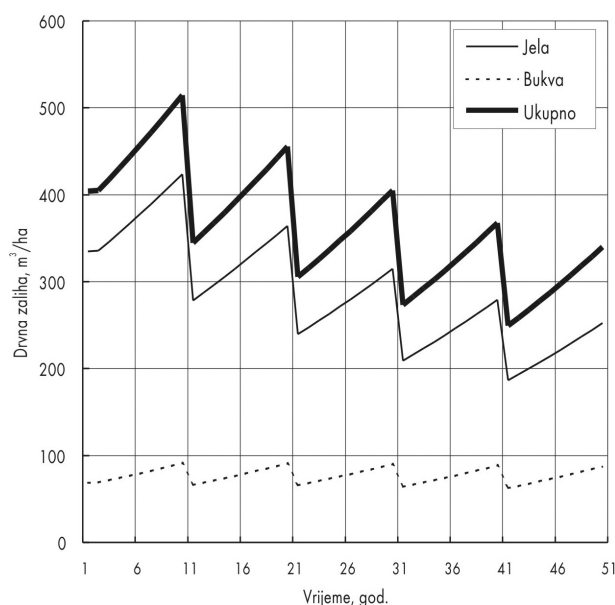
Godišnji priljev od 4 stabla po hektaru daleko je ispod optimalnoga. Stalan i optimalan priljev stabala u sastojinu osnovna je pretpostavka postojanja normalne i stabilne preborne strukture. Pomoću modela SD (Čavlović 1997) simuliran je utjecaj priljeva na kretanje ukupnoga broja stabala za normalni čisti model jele na drugom bonitetu (slika 7). Primjerice, iz slike se može vidjeti da bi se uz priljev od 0 stabala za 50 godina prepolovio ukupan broj stabala u prebornoj sastojini. Isto je tako vidljivo da je stalan godišnji priljev od najmanje 10 stabala po hektaru osnovna pretpostavka za stabilnu ravnotežu normalne preborne strukture.

5. Rasprava o budućem gospodarenju

Ključni gospodarski postupci u budućim razdobljima izlaze iz prije iznesenoga stanja prebornih sastojina i cijele šume, te iz onoga što želimo u njima postići. Postojeće se stanje može sažeti u dvije nepovoljne činjenice: nagomilana prezrela drvena zaliha i slabo prirodno pomlađivanje. U prvom je redu zada-



Slika 8. Kretanje ukupnoga broja stabala po hektaru - uređajni razred Jela II



Slika 9. Kretanje drvene zalihe - uređajni razred Jela II

ća da se tijekom duljega razdoblja izazovu poticajni procesi koji će dovesti do stabilne šume normalne preborne strukture.

Uz pomoć modela SD preborne sastojine (Čavlović 1996, 1997) i postavljenih temeljnih pretpostavki budućih gospodarskih postupaka dobiven je mogući budući razvoj strukture prosječne preborne sastojine.

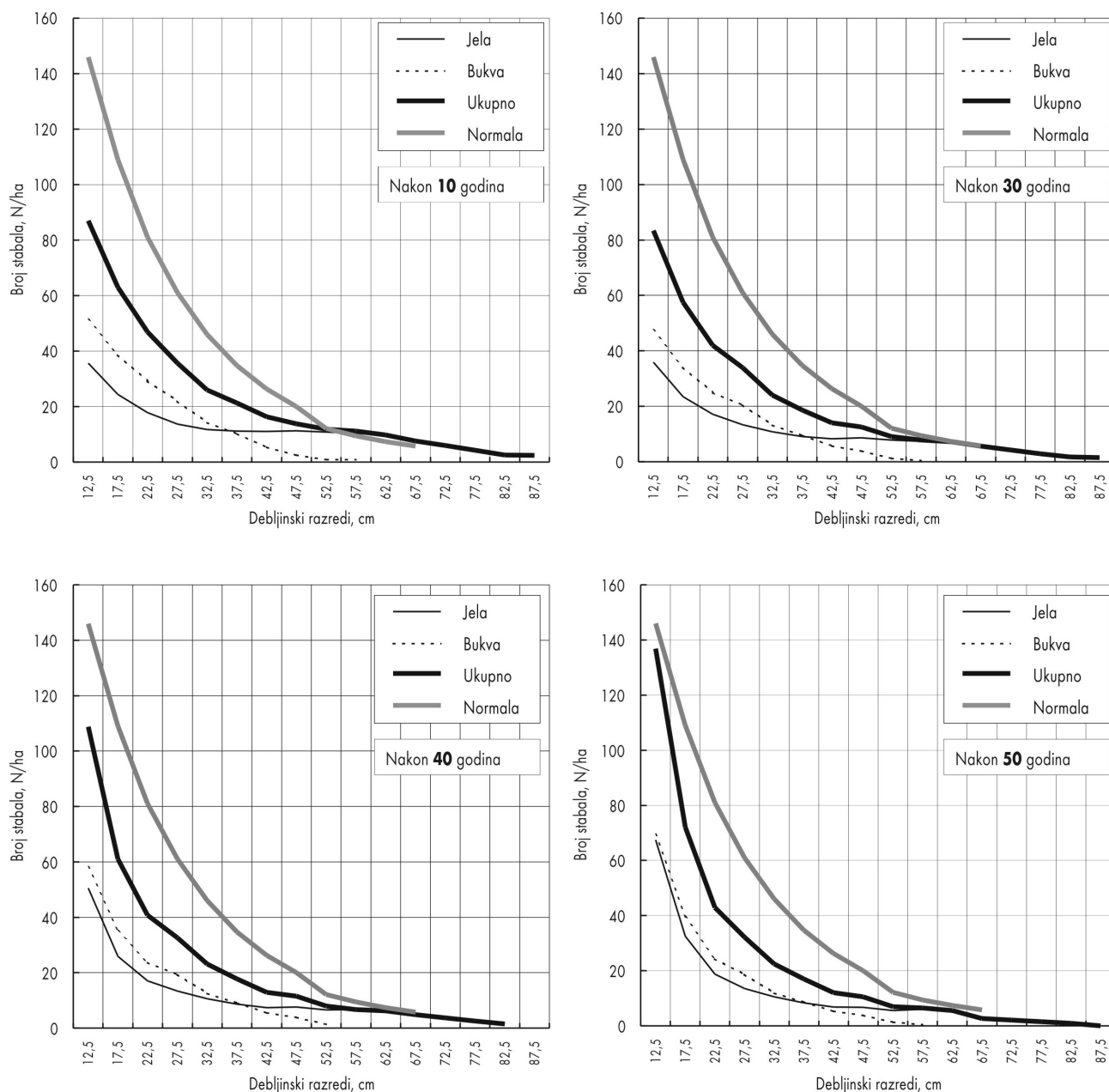
U model su ugrađene sljedeće pretpostavke i gospodarski postupci:

- uzročno-posljedična veza i odnos između zrele drvene zalihe i priljeva
- normalni mješoviti model iz dosadašnjega gospodarenja koji vrijedi i za buduće gospodarenje
- tijekom budućih 40 godina treba posjeći gotovo svu drvenu zalihu iznad 70 cm prsnoga promjera
- povećanje priljeva jele i bukve od početnih 4 stabla po hektaru godišnje poslije prve sječe, pa do optimalnoga priljeva od 12 stabala godišnje po hektaru na kraju 50-godišnjega razdoblja

- povećanje debljinskoga prirasta odnosno smanjenja vremena prijelaza stabala.

Nakon simuliranja dobiveno je moguće buduće kretanje ukupnoga broja stabala, drvene zalihe i etata (slike 8 i 9), te razvoja strukture prosječne preborne sastojine (slika 10).

Broj će se stabala po hektaru prvih 30 godina polagano smanjivati, a potom će doći do bržega rasta broja stabala kao posljedica pretpostavljenoga pojačanoga priljeva tijekom posljednjih dviju ophodnji-



Slika 10. Kretanje distribucije prsnih promjera tijekom budućega 50-godišnjega razdoblja

ca. Broj je jelovih i bukovih stabala tijekom cijeloga razdoblja podjednak.

Kretanje drvene zalihe po hektaru u kojem su prikazani i svi 10-godišnji etati razlikuje se od kretanja broja stabala. Tijekom 50-godišnjega razdoblja dolazi do postupnoga, u početku bržega a poslije sporijega smanjenja ukupne drvene zalihe. Ono je isključivo posljedica smanjenja drvene zalihe jele zbog sječe zrele i prezrele drvene zalihe jele prsnoga promjera iznad 70 cm. Sječa je u početku velikoga intenziteta (oko 35 %), a poslije se postupno smanjuje. Drvena zaliha bukve tijekom cijeloga razdoblja ima stalnu vrijednost od oko 80 m³/ha. To znači da bi se ovako intenzivnim sječama kojima je svrha uklanjanje prezrele drvene zalihe, ubrzavanjem prirodnoga pomlađivanja i popravljavanja preborne strukture, tijekom 50-godišnjega razdoblja početna drvena zaliha od 430 m³/ha smanjila na 300 m³/ha ili na 75 % od normalnoga mješovitoga modela. Ako se to prenese na cijelu šumu, kako se vidi na slici 9, tijekom prve ophodnjice mogao bi se posjeći etat od 45 000 m³, pa 40 000 m³, 35 000 m³, 31 000 m³ i 26 000 m³. Ukupno, tijekom budućih 50 godina, u okviru prikazanoga načina gospodarenja, posjeklo bi se 177 000 m³, što je za 56 % više od sječe u posljednjih 50 godina.

Slika 10 pokazuje izrazito spore promjene u razvoju strukture prosječne preborne sastojine. Tijekom 50-godišnjega razdoblja polako se smanjuje broj stabala prsnoga promjera iznad 50 cm, te povećava broj stabala u prva dva debljinska razreda. I nakon 50 godina ostaje velika praznina u području srednje debelih stabala u odnosu na normalni model. Ostaje pitanje bi li bilo dovoljno još toliko vremena da se postigne odgovarajuća normalna preborna struktura, odnosno zadovoljavajući broj srednje debelih jelovih stabala.

Ovdje treba istaknuti da se radi o rezultatima simulacijskoga modela unutar dugoga razdoblja. U stvarnosti bi ovako dugoročno planiranje bilo upotunjeno neprestanim istančanim planiranjem gospodarskih postupaka kao odziva na povratne informacije u sustavu šuma-čovjek. Isto tako otvoreno je i pitanje stalnosti normalnoga modela odnosno potrebe za promjenjivim normalnim modelima s obzirom na *razvojni stadij* preborne šume.

6. Zaključak

Preborna šuma gospodarske jedinice Belevine mijenjala se i mijenja se tijekom vremena kroz više razvojnih stadija. To je uzrokovano različitim gospodarskim postupcima u okviru društveno-povijesnih, gospodarskih i vlasničkih odnosa, te promjenama prirodnih procesa u šumi tijekom dugoga razdoblja. Zbog toga, u određenom trenutku, treba osjetiti ko-

risno prirodno kretanje i slijediti ga odgovarajućim gospodarskim postupcima, metodama uređivanja, poticajnim normalama i postupcima koji će biti podređeni očuvanju stabilne i prirodne šume s najvećom sposobnošću pružanja općih i drugih koristi od šume.

7. Literatura

- Božić, M., 1999: Modeli uređivanja jelovih šuma Gorskog kotara. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 140 str.
- Čavlović, J., 1996: Simulacijski model dinamičkog sustava preborne sastojine. Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Znanstvena knjiga, I, Šumarski fakultet i Šumarski institut, Zagreb, str. 147–156.
- Čavlović, J., 1997: Process-based model of a selection forest stand as a support to uneven-aged forest management. *Proceedings*, IUFRO Group 4.0., Oeiras, Portugal, str. 14.
- Čavlović, J., T. Marović, 1997: Odnos prirašćivanja stabala jele na NPSO »Sljeme«. Šumarski list, 121 (9–10): 473–478.
- Jovanovac, A., 1925: Važnost »normale« kod uređivanja prebornih šuma. Šumarski list, 49 (5): 288–299.
- Kern, A., 1898: Uređenje prebornih šumah. Šumarski list, 22 (8–9): 300–326.
- Kern, A., 1909: Preračunavanje drvene zalihe i prirasta u prebornim šumama. Šumarski list, 33: 142–151.
- Klepac, D., 1953: O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi u Zalesini. Glasnik za šumske pokuse, 11: 181–238.
- Klepac, D., 1954: Komparativna istraživanja debljinskog, visinskog i volumnog prirasta u fitocenozi jele i rebrače. Šumarski list, 78 (2–3): 83–110.
- Klepac, D., 1956: Funkcionalni odnos između godišnjeg volumnog prirasta i prsnog promjera za jelu u prebornoj šumi. Šumarski list, 80 (1–2): 1–16.
- Klepac, D., 1960: Prirasne tablice za jelu na području fakultetske šumarije Zalesine. Glasnik za šumske pokuse, 14: 359–382.
- Klepac, D., 1961: O nekim normalama u jelovim prebornim šumama. Šumarski list, 85 (3–4): 85–90.
- Klepac, D., 1995: Dinamika kretanja drvene zalihe na panju u šumama Gorskog kotara tijekom 40 godina (1950–1990). Šumarski list, 119 (3–4): 85–90.
- Korpel, Š., 1996: Razvoj i struktura bukovo-jelovih prašuma i njihova primjena kod gospodarenja prebornom šumom. Šumarski list, 120 (3–4): 203–208.
- Križanec, R., 1993: Uloga evidencije sječa u praćenju kretanja drvene zalihe preborne šume. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, 4: 111–120.
- Matić, S., 1983: Utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glasnik za šumske pokuse, 21: 223–400.

Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Neke karakteristike i problemi prebornih šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Šumarski list, 120 (3–4): 91–100.

Šurić, S., 1933: Preborne sječe u neuređenim prebornim šumama i šumama tipa prašume. Šumarski list, 57 (5): 339–347.

Adresa autora:

Juro Čavlović

Mario Božić

Nikola Lukić

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svetošimunska 25

HR-10 000 Zagreb

HRVATSKA

e-mail: cavlovic@sumfak.hr

e-mail: bozic@sumfak.hr

Kakvoća jelovih drvnih sortimenata u jelovoj šumi s rebračom (*Blechno-Abietetum* Ht.)

Marijan Šušnjar, Ante P. B. Krpan, Željko Zečić, Tomislav Poršinsky

Sažetak

U radu se istražuje obujamni udio jelovih drvnih sortimenata razne kakvoće u ukupno izrađenom drvu. Uzorak čine 1404 stabla prsnih promjera od 20 cm do 82 cm (debljinski razredi od 22,5 cm do 82,5 cm). Stabla su posječena i izrađena u redovitoj sječi jelove šume s rebračom (*Blechno-Abietetum* Ht. 1950).

Ukupno je izrađeno 4319,29 m³ drvnih sortimenata koji su razvrstani u 4 razreda kakvoće. »A« razred kakvoće obuhvaća sortimente srednjega promjera većega od 25 cm i s vrlo malim greškama (furnirski trupci i pilanski trupci velike kakvoće). »B« i »C« razred kakvoće čine pilanski trupci srednjega promjera većega od 20 cm, ali sa značajnim razlikama u pojavnosti grešaka. Drvni sortimenti srednjega promjera manjega od 20 cm nalaze se u »D« razredu kakvoće.

Obujmi su drvnih sortimenata zbrojeni po razredima kakvoće i debljinskim razredima. Određen je udio razreda kakvoće u apsolutnim i relativnim vrijednostima po srednjim stablima debljinskih razreda.

Izrađeni obujam srednjih stabala debljinskih razreda, kao i udio svih razreda kakvoće, u apsolutnim vrijednostima rastu s povećanjem stablovnoga prsnoga promjera. Sortiment »A« razreda kakvoće pojavljuju se od debljinskoga razreda 37,5 cm. Debljinski razred 22,5 cm sadrži samo sortimente »B« i »D« razreda kakvoće.

U relativnim vrijednostima udio sortimenata »A« razreda kakvoće od debljinskoga razreda 27,5 cm do 77,5 cm kreće se u rasponu od 15,2 % do 20,2 %. Razred kakvoće »B« prevladava u debljinskim razredima od 32,5 cm do 47,5 cm, dok je »C« razred kakvoće najviše zastupljen od 52,5 cm na više. Postotni udio »D« razreda kakvoće najveći je u debljinskom razredu 22,5 cm (80,4 %), a od 42,5 cm na više kreće se neravnomjerno u rasponu od 7,0 % do 8,9 %.

Ključne riječi: jela, drvni sortiment, razred kakvoće, debljinski razred, drvni obujam

1. Uvod

Šuma je obnovljivo prirodno bogatstvo, koje uz razumno gospodarenje i uporabu obavlja svoje višestruke namjenske uloge (Martinić 1996). Uloga se šume očituje u neposrednim koristima (šumskim proizvodima) i posrednim koristima (ekološkoj, zaštitnoj, socijalnoj ulozi šume). Šumski se proizvodi kao neposredna korist od šume dijele na glavne i sporedne proizvode. Glavnim se šumskim proizvodima smatraju drvni sortimenti, a u sporedne se šumske proizvode ubrajaju smola, šumski plodovi, gljive, listinac, ostale žive i nežive šumske tvari koje se uglavnom iskorištavaju

uzgredno. S gospodarskoga su stajališta krajnji proizvod šumarstva drvni sortimenti te se gospodarenjem šumom nastoji postići njihova što veća količina i što bolja kakvoća. Učinkovitost načina gospodarenja razumijeva skupnost svih šumarskih djelatnosti. Postavke uzgajanja i uređivanja šuma trebaju imati za cilj stvaranje sastojina koje će u vrijeme sječe dati drvene sortimente što veće kakvoće.

Vrednovanje se i razvrstavanje drvnih sortimenata po kakvoći temelji na dimenzijama sortimenata i pojavnosti grešaka, a obavlja se prema normama kojima su utvrđene značajke proizvoda. Drvni se sortimenti na tržištu pojavljuju razvrstani u kakvoće

razrede prema određenom sustavu normi. Stoga je u šumarstvu prethodno poznavanje udjela drvnih sortimenata po razredima kakvoće ovisno o šumskim zajednicama važan šumskogospodarski, tržišni i organizacijski podatak.

Važnost poznavanja kakvoće drvnih sortimenata neprestano naglašavaju šumarski znanstvenici. Razmatrajući mogućnosti šume i njezina gospodarskoga potencijala, znanstvenici se oslanjaju u prvom redu na obujam i kakvoću proizvodnje drva (Martinić 1996). Lipoglavšek (1996) kazuje da je u tržišnom gospodarstvu i pri pridobivanju drvnih proizvoda potrebno znati njihovu kakvoću i razvrstavanje po razredima kakvoće. Bojanin (1960) ističe da se mora znati količina i kakvoća drva zbog potrebe za ekonomičnijim iskorištavanjem drvne tvari.

U ovom će se radu istražiti kakvoća jelovih drvnih sortimenata. Jela je jedna od najvažnijih i najvrednijih vrsta drveća u šumarstvu Hrvatske. Udio jele iznosi 9,4 % ukupne drvne zalihe u Republici Hrvatskoj. U državnim je šumama Hrvatske udio jele oko 28,2 mil. m³ ili 10,1 % drvne zalihe. U ostalim državnim šumama jela čini 20,2 %, a u privatnim samo 1,8 % drvne zalihe. Godišnji neto etat jele iznosi oko 350 000 m³. Osim toga, velika je potražnja jelovih drvnih sortimenata na tržištu drva u Hrvatskoj.

Kakvoću su jelovih drvnih sortimenata proučavali mnogi znanstvenici nastojeći odgovoriti na pitanja o čemu ovisi kakvoća sortimenata i pri kojem prsnom promjeru jelova stabla postižu ekonomski najveće vrijednosti.

Drvni se sortimenti izrađuju iz jelova debla, a kakvoća im ovisi o njihovu položaju u deblu. Donja (deblja) polovica duljine debla predstavlja u pravilu dio veće kakvoće. S porastom udaljenosti od panja smanjuje se srednji promjer sortimenata, a s početkom krošnje povećava se broj i veličina kvrga, što umanjuje kakvoću sortimenata.

Rebula (1995, 1996) razmatra obujam drvnih sortimenata i pojedinih razreda kakvoće u ovisnosti o prsnom promjeru i visini stabla te ekonomske pokazatelje vrijednosti sortimenata.

Knoke (1997) istražuje ekonomske vrijednosti drva trupaca i utvrđuje da se relativna vrijednost trupaca većega srednjega promjera prema trupcima s manjim srednjim promjerima smanjuje s povećanjem prsnoga promjera.

Plavšićeva istraživanja (1967) u jelovoj šumi s rebračom pokazuju da se najveća količina jelovih drvnih sortimenata najvišega razreda kakvoće nalazi na I. bonitetu u debljinskom razredu 62,5 cm i na II. bonitetu u debljinskom razredu 57,5 cm.

2. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno u gospodarskoj jedinici Belevine Nastavno-pokusnoga šumskoga objekta Zalesina, Šumarskoga fakulteta u Zagrebu. Ploština gospodarske jedinice iznosi 293,94 ha, a od toga je 283,20 ha obraslo.

Gospodarska je jedinica Belevine smještena na blago valovitim padinama prisojne ekspozicije i umjerene inklinacije (do 20 %). Nadmorska je visina od 720 m do 870 m. S južne, jugoistočne i jugozapadne strane omeđuje je magistralna cesta Zagreb – Rijeka. Prema Köppenovoj razdiobi objekti se nalaze u klimatskoj zoni C, tj. toplo-umjerenoj kišnoj klimi, tipa »Cfsbx«. Ovisno o podlozi, razvila su se acidofilna, duboka, silikatna tla, kao što su podzolna, kisela smeđa i smeđa podzolasta tla.

Gospodarsku jedinicu Belevine prekriva pretežito jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum* Ht. 1950) na II. bonitetu. Sastojine su mješovite bukovo-jelove sjemenjače visokoga uzgojnoga oblika i prebornoga načina gospodarenja. U omjeru smjese jela sa smrekom čini 86 % obujma, a bukva 14 %, dok je prema broju stabala samo 57 % jele.

Gospodari se na načelu potrajnosti prihoda uz ophodnjicu od deset godina i sječivi promjer od 70 cm. Provode se grupimične preborne sječe. Sastojine se nalaze u stadiju debelih stabala jer je najveći udio stabala prsnoga promjera iznad 50 cm. Drvna zaliha u gospodarskoj jedinici iznosi 126 500 m³ ili 457,14 m³/ha, od čega na jelu otpada 105 600 m³ ili 382,37 m³/ha. Desetogodišnji etat, određen na temelju odnosa postojeće i optimalne drvne zalihe, dosadašnjega etata, dimenzije zrelosti, izmjerena prirasta, stanja obnove, zdravstvenoga stanja i namjene šuma, iznosi približno 25 000 m³ (na četinjače otpada 23 000 m³). Obujam sanitarne sječe iznosi 2 m³/ha godišnje.

3. Metoda istraživanja

Odabrana i mjerena stabla posječena su i izrađena u redovitoj sječi etata ophodnjice. Stabla iz sanitarne sječe nisu uzeta u uzorak. Na stablima su prije sječe u dubećem stanju izmjerena dva unakrsna prsna promjera, a zatim su razvrstana po debljinskim razredima. Drvni su sortimenti izrađeni prema hrvatskim normama za oblo drvo (norme o razvrstavanju i mjerenju neobrađenoga i obrađenoga drva, norme o furnirskim i pilanskim trupcima za četinjače, rudničkom i prostornom drvu). Na svakom su drvnom sortimentu izmjerena dva srednja promjera bez kore (osim kod prostornoga drva) i duljina (s odbitkom nadmjere).

Radi istraživanja ukupno izrađenoga obujma jelovih stabala svi su drvni sortimenti razvrstani u četiri razreda kakvoće prema dimenzijama i greškama drva. Razred kakvoće »A« obuhvaća sortimente srednjega promjera većega od 25 cm i s vrlo malim greškama (furnirski i pilanski trupci). »B« i »C« razred kakvoće čine pilanski trupci srednjega promjera većega od 20 cm, ali sa značajnim razlikama u pojavnosti grešaka među njima. Drvni sortimenti srednjega promjera manjega od 20 cm nalaze se u »D« razredu kakvoće (rudničko i prostorno drvo).

Ocjena kakvoće temeljila se na hrvatskim normama pa navedeni razredi kakvoće nisu jednaki razredima kakvoće prema europskim normama.

U obradbi su se podataka izračunavali obujmi pojedinih sortimenata prema izmjerenim podacima. Drvni obujam sortimenata raspoređen je po razredima kakvoće i debljinskim razredima stabala te je iskazan ukupni izrađeni obujam debljinskih razreda. Zbrojene vrijednosti obujma sortimenta po razredima kakvoće i debljinskim razredima podijeljene su s brojem stabala pripadajućega debljinskoga razreda. Na taj su način određena srednja stabla debljinskih razreda i prikazana u apsolutnim i relativnim vrijednostima razreda kakvoće.

Apsolutne su vrijednosti razreda kakvoće izjednačene krivuljama drugoga reda za svaki razred kakvoće. Ukupno izrađeni drvni obujam srednjega stabla debljinskoga razreda predstavlja zbroj izjednačenih obujama sortimenata toga stabla.

Relativne vrijednosti drvnoga obujma sortimenata po razredima kakvoće izračunate su prema ukupno izrađenomu drvnomu obujmu srednjega stabla debljinskoga razreda izvedenom na osnovi izjednačenih vrijednosti drvnoga obujma sortimenata.

4. Rezultati istraživanja

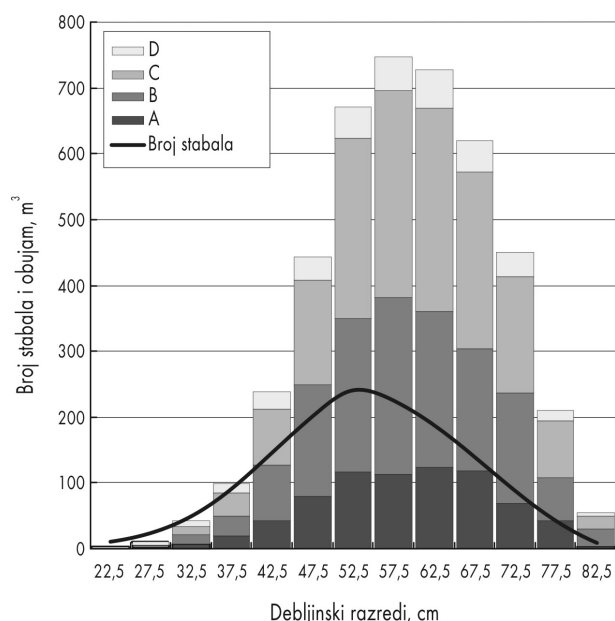
Kakvoća jelovih sortimenata u jelovoj zajednici s rebračom na II. bonitetu istražena je na uzorku od 1404 stabla, prsnih promjera od 20 cm do 82 cm, tj. u rasponu debljinskih razreda od 22,5 cm do 82,5 cm. Ukupno je izrađeno 4319,29 m³ drvnih sortimenata. Uzorak je prikazan na slici 1 i tablici 1 s brojem stabala i izrađenim obujmom drva po debljinskim razredima. Vrijednosti obaju pokazatelja pokazuju trend normalne distribucije s aritmetičkom sredinom na 52,5 i 57,5 cm debljinskim razredima. U tablici 1 prikazan je izrađeni obujam drvnih sortimenata po debljinskim razredima i razredima kakvoće. Sortimenti »A« razreda kakvoće pojavljuju se od debljinskoga razreda 32,5 cm. Debljinski razred 22,5 cm sadrži samo sortimente »B« i »D« razreda kakvoće.

U ispitanoj uzorku razred kakvoće »A« je zastupljen sa 17 %. Sortimenti razreda kakvoće »B« i »C« čine glavninu izrađenoga drvnoga uzorka s 34,4 % odnosno 40,3 %. Postotni je udio razreda kakvoće »D« samo 8,3 %.

Udjeli razreda kakvoće u apsolutnim vrijednostima izračunati su po srednjim stablima debljinskih razreda. Zbirne se vrijednosti obujma drvnih sorti-

Tablica 1. Uzorak – broj stabala i obujam sortimenata po razredima kakvoće i debljinskim razredima

Debljinski razred, cm	Broj stabala	Obujam				
		A	B	C	D	Ukupno
		m ³				
22,5	10	-	0,65	-	2,67	3,32
27,5	19	-	2,37	2,13	5,59	10,09
32,5	42	6,20	15,21	11,42	9,24	42,06
37,5	79	19,27	30,77	34,67	14,79	99,50
42,5	140	41,52	86,49	83,75	27,47	239,22
47,5	202	80,04	168,47	159,62	35,04	443,17
52,5	244	116,26	233,22	273,41	48,45	671,35
57,5	224	113,21	268,27	313,90	52,01	747,38
62,5	182	124,23	235,62	310,32	58,19	728,37
67,5	133	118,89	184,43	268,98	47,82	620,11
72,5	86	69,27	168,10	176,57	35,94	449,88
77,5	35	42,27	65,67	86,53	15,26	209,73
82,5	8	3,97	26,01	20,23	4,92	55,12
Ukupno	1404	735,13	1485,27	1741,52	357,38	4319,29
Udio, %		17,0	34,4	40,3	8,3	100,00



Slika 1. Uzorak – broj stabala i izrađeni obujam po debljinskim razredima

menata po razredima kakvoće i debljinskim razredima (iz tablice 1) dijele s brojem stabala pripadajućega debljinskoga razreda. Dobivene su vrijednosti izjednačene krivuljama drugoga reda za svaki razred kakvoće. U tablici 2 prikazane su jednadžbe izjednačenja i indeksi korelacije po razredima kakvoće. Indeksi korelacije upućuju na vrlo čvrstu vezu.

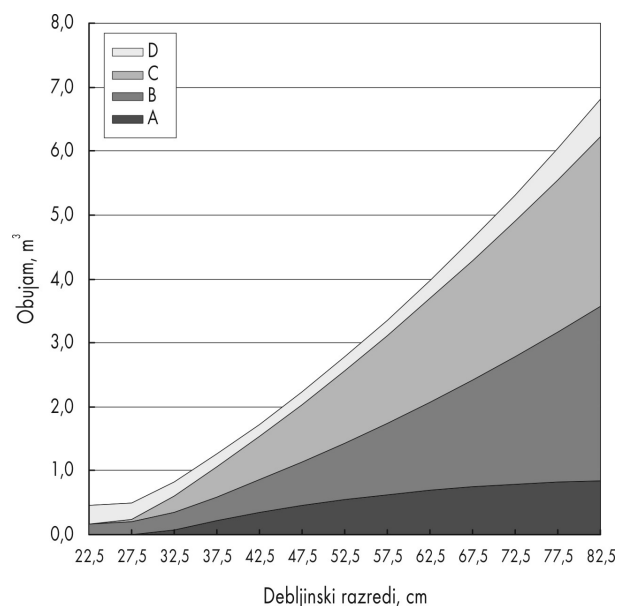
Tablica 2. Jednadžbe izjednačenja i indeksi korelacije

Razred kakvoće	Jednadžba izjednačenja	Indeks korelacije
A	$y = -1,16 + 0,047 x - 0,0003 x^2$	0,82
B	$y = 0,38 - 0,024 x + 0,0006 x^2$	0,97
C	$y = -1,01 + 0,035 x - 0,0001 x^2$	0,99
D	$y = 0,66 - 0,022 x + 0,0003 x^2$	0,98

Izjednačene su apsolutne vrijednosti obujma sortimenta po kakvoći prikazane u tablici 3 i slici 2. Izračeni obujam srednjih stabala debljinskih razreda, kao i udio svih razreda kakvoće, u apsolutnim vrijednostima raste s povećanjem prsnoga promjera stabla. Udio »A« razreda kakvoće ima vrlo brz rast od debljinskoga razreda 37,5 cm do 57,5 cm (od 0,08 m³ do 0,63 m³), a nakon toga sporo raste do vrijednosti 0,83 m³ pri debljinskom razredu 82,5 cm. »B« i »C« razredi kakvoće imaju izražen rast s povećanjem prsnoga promjera. Obujam razreda kakvoće »B« iskazuje najveće vrijednosti u obujmu srednjega stabla u debljinskom razredu 32,5 cm, a potom u najdebljem

Tablica 3. Izjednačene apsolutne vrijednosti razreda kakvoće po debljinskim razredima

Debljinski razred cm	Obujam				
	A	B	C	D	Ukupno
	m³				
22,5	-	0,17	-	0,30	0,46
27,5	-	0,21	0,04	0,25	0,50
32,5	0,08	0,28	0,25	0,22	0,82
37,5	0,21	0,38	0,46	0,20	1,25
42,5	0,34	0,51	0,68	0,19	1,73
47,5	0,45	0,68	0,91	0,19	2,23
52,5	0,55	0,88	1,14	0,21	2,78
57,5	0,63	1,11	1,38	0,24	3,36
62,5	0,70	1,37	1,62	0,29	3,98
67,5	0,75	1,66	1,87	0,34	4,63
72,5	0,79	1,99	2,12	0,41	5,32
77,5	0,82	2,35	2,38	0,49	6,04
82,5	0,83	2,73	2,65	0,59	6,80



Slika 2. Izjednačene apsolutne vrijednosti razreda kakvoće po debljinskim razredima

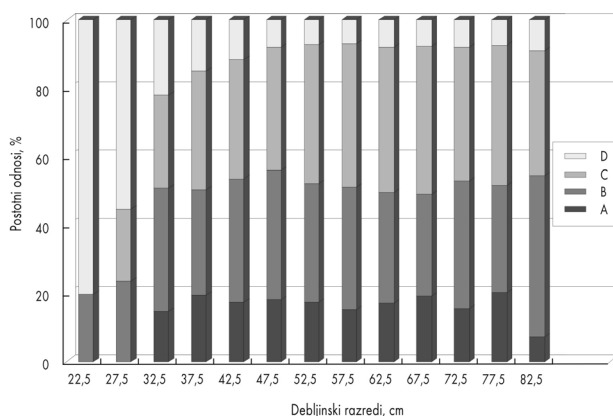
razredu 82,5 cm. Razred se kakvoće »C« pojavljuje tek od debljinskoga razreda 27,5 cm, a obujam toga razreda kakvoće ima najveće vrijednosti u ukupnom obujmu srednjega stabla od debljinskoga razreda 37,5 cm do 77,5 cm. »D« razred kakvoće raste s povećanjem prsnoga promjera stabla od 0,30 m³ do 0,59 m³. Obujam razreda kakvoće »D« čini glavninu ukupnoga obujma srednjih stabala debljinskih razreda 22,5 cm

i 27,5 cm, dok u svim ostalim debljinskim razredima ima najmanje vrijednosti u obujmu srednjih stabala.

Na temelju izjednačenih apsolutnih vrijednosti obujma razreda kakvoće po debljinskim razredima izračunate su relativne vrijednosti razreda kakvoće (tablica 4 i slika 3).

Tablica 4. Postotni odnosi razreda kakvoće po debljinskim razredima

Debljinski razred cm	Postotni odnosi				Ukupno
	A	B	C	D	
	%				
22,5		19,6		80,4	100,0
27,5		23,5	21,1	55,4	100,0
32,5	14,7	36,2	27,1	22,0	100,0
37,5	19,4	30,9	34,8	14,9	100,0
42,5	17,4	36,2	35,0	11,5	100,0
47,5	18,1	38,0	36,0	7,9	100,0
52,5	17,3	34,7	40,7	7,2	100,0
57,5	15,1	35,9	42,0	7,0	100,0
62,5	17,1	32,3	42,6	8,0	100,0
67,5	19,2	29,7	43,4	7,7	100,0
72,5	15,4	37,4	39,2	8,0	100,0
77,5	20,2	31,3	41,3	7,3	100,0
82,5	7,2	47,2	36,7	8,9	100,0



Slika 3. Postotni odnosi razreda kakvoće po debljinskim razredima

Relativne vrijednosti udjela sortimenata »A« razreda kakvoće za debljinske razrede od 32,5 cm do 77,5 cm kreću se u rasponu od 15,2 % do 20,2 %. U debljinskim razredima od 37,5 cm do 47,5 cm uočavaju se velike relativne vrijednosti »A« razreda kakvoće (od 17,4 % do 19,4 %), koje s povećanjem prsnoga promjera variraju, ali postižu najveću vri-

jednost 20,2 % kod debljinskoga razreda 77,5 cm. Debljinski razred 82,5 cm ima najmanju relativnu vrijednost »A« razreda kakvoće (7,2 %). Razred kakvoće »B« prevladava u debljinskim razredima od 32,5 cm do 47,5 cm (od 30,9 % do 38,0 %), a najveću vrijednost ima kod debljinskoga razreda 82,5 cm i iznosi 47,2 % ukupnoga obujma srednjega stabla. Debljinski razred 82,5 cm u uzorku sadrži samo 8 posječenih i izrađenih stabala, tako da su navedene relativne vrijednosti obujma »A« i »B« razreda kakvoće toga debljinskoga razreda pod utjecajem maloga broja podataka. Razred kakvoće »C« prevladava od debljinskoga razreda 52,5 cm na više s oko 40 % ukupnoga obujma srednjega stabla. Udio »D« razreda kakvoće najveći je u debljinskim razredima 22,5 cm (80,4 %) i 27,5 cm (55,4 %), a od 42,5 cm na više kreće se neravnomjerno u rasponu od 7,0 % do 8,9 % ukupnoga obujma srednjih stabala.

U razmatranju relativnih vrijednosti obujma razreda kakvoće srednjih stabala između debljinskih razreda uočava se u debljinskom razredu 77,5 cm najveća količina »A« razreda kakvoće od 20,2 % uz udio »B« razreda kakvoće od 31,3 % te 41,3 % razreda kakvoće »C« i 7,3 % razreda kakvoće »D«. U debljinskom razredu 47,5 cm bio je, uz neznatno manji udio »A« razreda kakvoće, koji iznosi 18,1 %, povoljniji odnos između »B« i »C« razreda kakvoće (38,0 % i 36,0 %), dok je razlika u udjelu »D« razreda kakvoće mala (7,9 % umjesto 7,3 %).

5. Zaključak

Iz navedenih se rezultata istraživanja zaključuje:

- Kakvoća jelovih drvnih sortimenata ovisi o prsnom promjeru.
- Apsolutne se vrijednosti svih razreda kakvoće povećavaju s povećanjem prsnoga promjera.
- »A« razred kakvoće počinje od debljinskoga razreda 32,5 cm, a relativne se vrijednosti kreću u opsegu 15–20 % do debljinskoga razreda 77,5 cm.
- Razred kakvoće »B« prevladava u debljinskim razredima od 32,5 cm do 47,5 cm (od 30,9 % do 38,0 %), a najveću vrijednost ima kod debljinskoga razreda 82,5 cm i iznosi 47,2 % ukupnoga obujma srednjega stabla.
- Razred kakvoće »C« prevladava od debljinskoga razreda 52,5 cm na više s oko 40 % ukupnoga obujma srednjega stabla.
- Relativne su vrijednosti kakvoćnoga razreda »D« najveće u debljinskim razredima 22,5 cm i 27,5 cm (80,4 % i 55,4 %), a od debljinskoga razreda 42,5 cm na više se kreću neravnomjerno u rasponu od 7,0 % do 8,9 %.

Nove će spoznaje o strukturi kakvoće drvnih jelovih elemenata znatno pridonijeti boljem i svrsishodnijem gospodarenju jelovom šumom s rebračom. Ujedno s ciljem napretka proizvodnje drvnih sortimenata, istraživanja o njihovoj kakvoći treba proširiti i na ostale jelove šumske zajednice kako bi se obuhvatila ukupna kakvoća jele, a istraživanja primijeniti na ostale najrasprostranjenije vrste drveća u hrvatskom šumarstvu (hrast, bukva i jasen).

6. Literatura

Bojanin, S., 1960: Učešće sortimenata i količine gubitaka kod sječe i izrade jelovih stabala u fitocenozi jele s rebračom. Šumarski list, 84 (1–2): 21–34.

Knoke, T., 1997: Economic aspects of timber production in uneven-aged forests: preliminary studies on forest mana-

gement planning in the Kreuzberg municipal forest. Forstwissenschaftliches-Zentralblatt, 116 (3): 178–196.

Lipoglavšek, M., 1996: Določanje kakovosti proizvodov. Zbornik savjetovanja »Izzvi gozdne tehnike«, Ljubljana, Slovenija, str. 67–72.

Martinić, I., 1996: Ekonomski i organizacijski kriteriji za oblikovanje šumskih radova. Glasnik za šumske pokuse, 33: 215–299.

Plavšić, M., 1967: Istraživanje sadašnje najpovoljnije sječi zrelosti u jelovim prebornim šumama. Studija Zavoda za ekonomiku i organizaciju šumske privrede i drvne industrije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 114 str.

Rebula, E., 1995: Tablice oblikovnega števila, debljadi in količine izdanih sortimentov za jelko. Gozdarski vestnik, 53: 402–425.

Rebula, E., 1996: Sortimentne i vrijednosne tablice za deblvinu jele. Mehanizacija šumarstva, 21 (4): 201–222.

Adresa autora:

Marijan Šušnjar
Ante P. B. Krpan
Željko Zečić
Tomislav Poršinsky
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: susnjar@sumfak.hr
e-mail: krpan@sumfak.hr
e-mail: zecic@sumfak.hr
e-mail: porsinsky@sumfak.hr

Stručno krojenje drvnih sortimenata radi bolje iskorištenosti etata i povećanja prihoda od njihove prodaje

Andrija Štefančić

Sažetak

U radu su prikazani rezultati stručnoga krojenja i razvrstavanja drvnih sortimenata u razrede kakvoće, određene Hrvatskim normama za proizvode iskorištavanja šuma, ostvareni u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb, za razdoblje siječanj – lipanj 1999. godine.

Da se poboljša iskorištenost sječivoga etata i povećaju prihodi od prodaje drvnih sortimenata u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb, obavljeno je sljedeće:

- U planu za 1999. godinu količinu i kakvoću drvnih sortimenata utvrdili smo primjenom jedinstvenih tablica drvnih sortimenata (HŠ-DOZ).
- Osposobili smo stručno osoblje za obavljanje radova na krojenju i razvrstavanju drvnih sortimenata u razrede kakvoće prema propisima Hrvatskih normi za proizvode iskorištavanja šuma.
- Uspostavili smo sustav kontrole stručnoga obavljanja poslova na krojenju i razredbi drvnih sortimenata i utvrđivanju opravdanih odstupanja od primijenjenih tablica drvnih sortimenata.
- Ostvareni prihod od prodaje drvnih sortimenata postavili smo kao temelj za stimulativno nagrađivanje na razini uprave šuma.

Analizom učinaka poduzetih mjera za razdoblje siječanj – lipanj 1999. godine utvrdili smo da je u odnosu na isto razdoblje 1998. godine ostvaren mnogo veći udio vrednijih drvnih sortimenata u ukupnoj količini proizvedenih drvnih sortimenata i ostvaren veći prihod od njihove prodaje. Povećan je udio trupaca za furnir od 5,07 % na 6,83 %; trupaca za ljuštenje od 2,40 % na 3,17 %; trupaca za piljenje I. klase od 13,70 % na 16,10 %, a smanjen udio trupaca za piljenje II. klase od 19,49 % na 18,35 %; trupaca za piljenje III. klase od 10,72 % na 10,64 %; tanje tehničke oblovine od 2,57 % na 1,63 % i prostornoga drva od 46,05 % na 43,28 %. Ostvareni prihod od prodaje drvnih sortimenata povećan je od 473 130 312 kuna 1998. godine na 508 229 667 kuna 1999. godine. Rezultati su prikazani u obliku tablica i slika.

Ključne riječi: sječivi etat, drveni sortimenti, udio drvnih sortimenata, trupci, tanja tehnička oblovina, prostorno drvo

1. Uvod

»Hrvatske šume« – javno poduzeće za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj, p.o. Zagreb, gospodare šumama čija ukupna površina iznosi 1 991 537 hektara. Drvna zaliha u ovim šumama iznosi 278 324 000 m³, godišnji tečajni prirast 8 123 496 m³ i godišnji etat 4 934 199 m³.

U ukupnom etatu glavni prihod iznosi 2 084 747 m³ ili 42,25 %, opći prihod 1 343 904 m³ ili 27,24 % i prethodni prihod 1 505 548 m³ ili 30,51 %. Propisani etat

predstavlja veliko bogatstvo i njegovu iskorištavanju moramo posvetiti zasluženu pozornost.

Stručnim i savjesnim radom na krojenju drvnih sortimenata i utvrđivanju njihove kakvoće, uvažavajući propise Hrvatskih normi za proizvode iskorištavanja šuma, moguće je ostvariti znatno poboljšanje kakvoće drvnih sortimenata i povećanje prihoda od njihove prodaje na tržištu. Zato smo u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb, odlučili u 1999. godini pronaći mogućnosti za bolje iskorištavanje etata poboljšavanjem kakvoće drvnih sortimenata.

2. Problematika istraživanja

»Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, gospodare šumama i iskorištavaju šume u cijeloj Republici Hrvatskoj. Šume su veoma različite po zastupljenim vrstama drveća, uzgojnim oblicima, dobi sastojina i kakvoći propisanoga etata. Zato je veoma teško unaprijed objektivno utvrditi količinu i kakvoću drvnih sortimenata, koje je moguće proizvesti iskorištavanjem sječivoga etata, na razini »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb, i nižim organizacijskim razinama. Krojenje i razredbu drvnih sortimenata obavlja više od dvije tisuće šumarskih inženjera i tehničara, koji su opterećeni veoma različitim ranije stečenim navikama, te nedovoljno osposobljeni i motivirani za stručno i savjesno obavljanje ovih poslova.

Analizom proizvodnje drvnih sortimenata po količini i kakvoći u proteklom godinama utvrdili smo veoma različitu iskorištenost posječenoga etata na razini šumarija i uprava šuma. Različita iskorištenost etata po šumarijama i upravama šuma izlazi jednim dijelom iz razlika u strukturi i kakvoći posječenoga etata, a drugim dijelom iz razlika u kakvoći obavljenih radova na krojenju i razredbi drvnih sortimenata.

Strukturu i kakvoću etata kratkoročno ne možemo promijeniti, zato smo odlučili podići razinu stručnosti i odgovornosti na obavljanju krojenja i utvrđivanja kakvoće drvnih sortimenata.

3. Ciljevi istraživanja

Cilj je istraživanja poboljšati iskorištenost sječivoga etata povećanim udjelom vrijednijih drvnih sortimenata i ostvariti veći prihod od njihove prodaje na tržištu u odnosu na rezultate ostvarene u prethodnim godinama.

Postavljeni cilj treba se ostvariti tijekom 1999. godine stručnim radom na krojenju drvnih sortimenata i utvrđivanju njihove kakvoće uvažavajući propise Hrvatskih normi za proizvode iskorištavanja šuma.

4. Metoda rada

Analizom ostvarene proizvodnje drvnih sortimenata u proteklom godinama (1995 – 1998) utvrdili smo da su ostvareni rezultati po količini i kakvoći mnogo slabiji od rezultata dobivenih istraživanjem strukture drvnih sortimenata za hrast lužnjak, hrast kitnjak, običnu bukvu i poljski jasen. Odstupanja su bila veoma različita po upravama šuma, što je upućivalo na zaključak da su najvećim dijelom rezultat nedovoljno stručno obavljenih radova na krojenju i klasiranju drvnih sortimenata.

Te su nam spoznaje pokazale da boljim iskorištavanjem sječivoga etata možemo uvelike povećati pri-

hode od prodaje drvnih sortimenata. Zato smo boljemu iskorištavanju etata u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb, posvetili veliku pozornost i poduzeli sljedeće:

- Tijekom 1998. godine osposobili smo stručno osoblje za obavljanje krojenja i razvrstavanja drvnih sortimenata u razrede kakvoće prema propisima Hrvatskih normi za proizvode iskorištavanja šuma.
- Količinu i kakvoću drvnih sortimenata u planu sječa za 1999. godinu, od razine odsjeka pa na više, utvrdili smo primjenom jedinstvenih tablica drvnih sortimenata (HS-DOZ).
- Uspostavili smo sustav kontrole stručnoga obavljanja radova na krojenju i određivanju kakvoće drvnih sortimenata, te utvrđivanju opravdanih odstupanja od primijenjenih tablica drvnih sortimenata.
- Ostvareni prihod od prodaje drvnih sortimenata postavili smo kao temelj za stimulativno nagrađivanje na razini uprave šuma.

5. Rezultati istraživanja

Poduzete radnje u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb, dale su dobre učinke u poboljšanju iskorištavanja etata i povećanju prihoda od prodaje drvnih sortimenata u razdoblju siječanj – lipanj 1999. godine.

U odnosu na isto razdoblje 1998. godine ostvaren je mnogo veći udio vrijednijih drvnih sortimenata u neto posječenom etatu. Povećan je udio trupaca za furnir od 5,07 % na 6,83 %; trupaca za ljuštenje od 2,40 % na 3,17 %; trupaca za piljenje I. klase od 13,70 % na 16,10 %, a smanjen udio trupaca za piljenje II. klase od 19,49 % na 18,35 %; trupaca za piljenje III. klase od 10,72 % na 10,64 %; tanke oblovine od 2,57 % na 1,63 % i prostornoga drva od 46,05 % na 43,28 %.

Ostvareni prihod od prodaje drvnih sortimenata za razdoblje siječanj – lipanj povećan je od 473 130 312 kuna 1998. godine na 508 229 667 kuna 1999. godine, što iznosi 35 099 355 kuna ili 7,42 %.

Rezultati su prikazani u tablicama 1 do 4 i na slikama 1 do 3.

6. Zaključak

Tijekom razdoblja siječanj – lipanj 1999. godine poboljšano je iskorištavanje posječenoga etata u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb.

Stručnim radom na krojenju drvnih sortimenata i utvrđivanju njihove kakvoće, uvažavajući propise Hrvatskih normi za proizvode iskorištavanja šuma, povećana je iskorištenost vrijednijih drvnih sortimenata.

Tablica 1. Kretanje proizvodnje drvnih sortimenata u razdoblju siječanj – lipanj tijekom godina

Drvni sortimenti										
	1995.		1996.		1997.		1998.		1999.	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Trupci	569 600	45,40	707 992	48,91	702 405	47,02	807 942	51,39	817 841	55,08
Tanka oblovina	69 600	5,55	48 917	3,38	80 425	5,38	40 381	2,57	24 300	1,64
Prostorno drvo	615 300	49,05	690 610	47,71	711 081	47,60	723 863	46,04	642 578	43,28
Ukupno	1 254 500	100,00	1 447 519	100,00	1 493 911	100,00	1 572 186	100,00	1 484 719	100,00

Tablica 2. Kretanje proizvodnje trupaca u razdoblju siječanj – lipanj tijekom godina

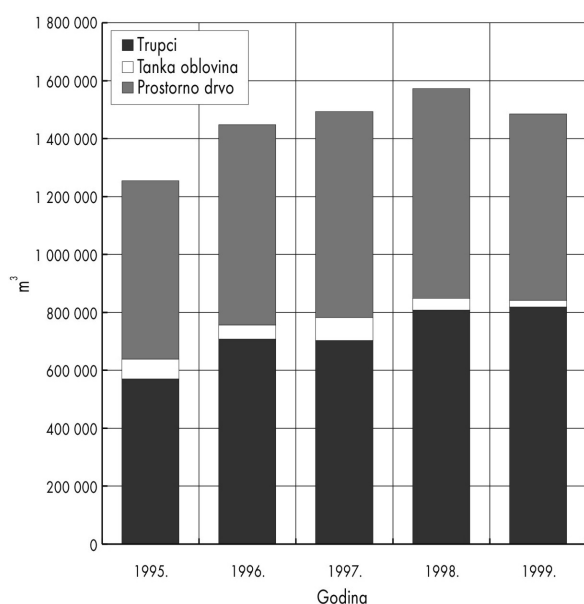
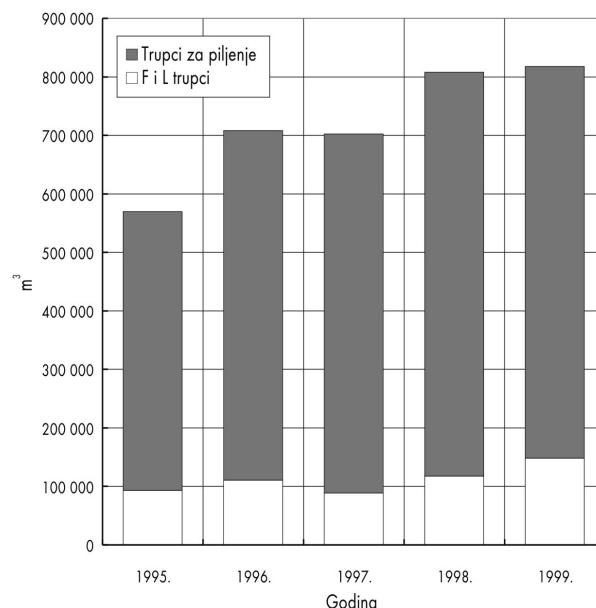
Drvni sortimenti	Godina									
	1995.		1996.		1997.		1998.		1999.	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Furnirski i trupci za ljuštenje	93 100	16,34	110 443	15,60	88 747	12,63	117 451	14,54	148 363	18,14
Tanka oblovina	476 500	83,66	597 549	84,40	613 658	87,37	690 491	85,46	669 478	81,86
Ukupno	569 600	100,00	707 992	100,00	702 405	100,00	807 942	100,00	817 841	100,00

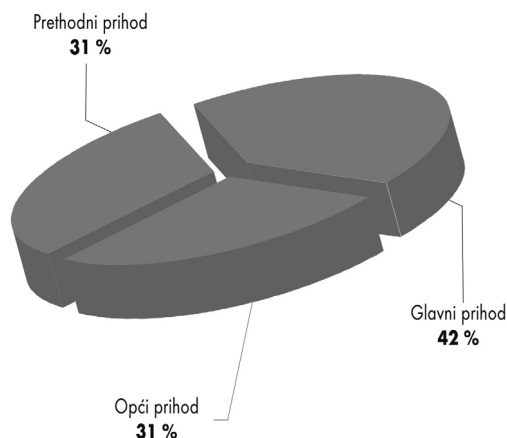
Tablica 3. Usporedba proizvodnje drvnih sortimenata po vrstama drveća za razdoblje siječanj – lipanj 1999. i 1998. godine

Vrsta drveća	Razdoblje	Proizvodnja drvnih sortimenata za razdoblje siječanj – lipanj, m ³								
		Trupci					Ukupno trupci	Tanka tehnička oblovina	Prostorno drvo	Ukupno
		F	L	I	II	III				
Hrast lužnjak	I–VI. 1999.	39 838		44 380	47 356	44 999	176 573	1 246	42 645	220 464
	I–VI. 1998.	22 875		31 835	46 128	46 268	147 106	2 085	48 647	197 838
	1999/98.	174,16		139,41	102,66	97,26	120,03	59,76	87,66	111,44
Hrast kitnjak	I–VI. 1999.	3 724		15 684	17 832	13 112	50 352	1 747	41 817	93 916
	I–VI. 1998.	3 885		13 649	24 902	12 135	54 571	1 336	46 854	102 761
	1999/98.	95,86		114,91	71,61	108,05	92,27	130,76	89,25	91,39
Bukva	I–VI. 1999.	33 476	39 550	80 716	83 450	56 386	293 578	2 541	255 289	551 408
	I–VI. 1998.	28 934	31 411	78 454	103 848	58 911	301 558	19 352	291 208	612 118
	1999/98.	115,7	125,91	102,88	80,36	95,71	97,35	13,13	87,67	90,08
Poljski jasen	I–VI. 1999.	5 994		12 994	20 360		39 348	719	12 721	52 788
	I–VI. 1998.	8 115		13 715	23 295		45 125	1 210	15 587	61 922
	1999/98.	73,86		94,74	87,4		87,2	59,42	81,61	85,25
OTL	I–VI. 1999.	1 162	136	10 327	18 909	123	30 657	1 299	211 641	243 597
	I–VI. 1998.	984	260	10 151	20 805	900	33 040	1 474	214 134	248 648
	1999/98.	118,09	68	101,73	90,89	13,67	92,79	88,13	98,84	97,97
ML	I–VI. 1999.	11 298	7 228	24 090	29 292		71 908	3 290	31 629	106 827
	I–VI. 1998.	10 709	6 123	19 171	22 126		58 129	2 778	43 531	104 438
	1999/98.	105,5	118,05	125,66	132,39		132,7	118,43	72,66	102,29
Četinjače	I–VI. 1999.	5 843	114	50 861	55 203	43 404	155 425	13 458	46 836	215 719
	I–VI. 1998.	4 165	50	48 479	65 331	50 388	168 413	12 146	63 902	244 461
	1999/98.	140,29	228	104,91	84,5	86,14	92,29	110,8	73,29	88,24
Ukupno	I–VI. 1999.	101 335	47 028	239 052	272 402	158 024	817 841	24 300	642 578	1.484 719
	I–VI. 1998.	79 667	37 784	215 454	306 435	168 602	807 942	40 381	723 863	1.572 186
	1999/98.	127,2	124,47	110,95	88,89	93,73	101,23	60,18	88,77	94,44

Tablica 4. Usporedba udjela proizvedenih drvnih sortimenata u izrađenom neto drvnom obujmu za razdoblje siječanj – lipanj 1999. i 1998. godine

Vrsta drveća	Razdoblje	Udio proizvedenih drvnih sortimenata u izrađenom neto drvnom obujmu, %								
		Trupci					Ukupno trupci	Tanka tehnička oblovin	Prostorno drvo	Ukupno
		F	L	I	II	III				
Hrast lužnjak	I-VI. 1999.	18,07		20,13	21,48	20,42	80,09	0,57	19,34	100,00
	I-VI. 1998.	11,56		16,09	23,32	23,39	74,36	1,05	24,59	100,00
	1999/98.	156,31		125,11	92,11	87,26	107,71	54,29	78,65	100,00
Hrast kitnjak	I-VI. 1999.	3,97		16,70	18,99	13,96	53,62	1,86	44,52	100,00
	I-VI. 1998.	3,78		13,28	24,23	11,81	53,10	1,30	45,60	100,00
	1999/98.	105,03		125,75	78,37	118,20	100,98	143,08	97,63	100,00
Bukva	I-VI. 1999.	6,07	7,17	14,64	15,13	10,23	53,24	0,46	46,30	100,00
	I-VI. 1998.	4,73	5,13	12,82	16,97	9,62	49,27	3,16	47,57	100,00
	1999/98.	128,33	139,77	114,20	89,16	106,34	108,06	14,56	97,33	100,00
Poljski jasen	I-VI. 1999.	11,35		24,62	38,57		74,54	1,36	24,10	100,00
	I-VI. 1998.	13,11		22,15	37,62		72,87	1,95	25,18	100,00
	1999/98.	86,58		111,15	102,53		102,29	69,74	95,71	100,00
OTL	I-VI. 1999.	0,48	0,06	4,24	7,76	0,05	12,59	0,53	86,88	100,00
	I-VI. 1998.	0,40	0,08	4,08	8,37	0,36	13,29	0,59	86,12	100,00
	1999/98.	120,00	75,00	103,92	92,71	13,89	94,73	89,83	100,88	100,00
ML	I-VI. 1999.	10,58	6,76	22,55	27,42		67,31	3,08	29,61	100,00
	I-VI. 1998.	10,25	5,86	18,36	21,19		55,66	2,66	41,68	100,00
	1999/98.	103,22	115,36	122,82	129,40		120,93	115,79	71,04	100,00
Četinjače	I-VI. 1999.	2,71	0,05	23,58	25,59	20,12	72,05	6,24	21,71	100,00
	I-VI. 1998.	1,70	0,02	19,83	26,73	20,61	68,89	4,97	26,14	100,00
	1999/98.	159,41	250,00	118,91	95,74	97,62	104,59	125,55	83,05	100,00
Ukupno	I-VI. 1999.	6,83	3,17	16,10	18,35	10,64	55,09	1,63	43,28	100,00
	I-VI. 1998.	5,07	2,40	13,70	19,49	10,72	51,38	2,57	46,05	100,00
	1999/98.	134,71	132,08	117,52	94,15	99,25	107,22	63,42	93,98	100,00

**Slika 1.** Kretanje proizvodnje drvnih sortimenata u razdoblju siječanj – lipanj tijekom godina**Slika 2.** Kretanje proizvodnje trupaca u razdoblju siječanj – lipanj tijekom godina



Slika 3. Struktura etata u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb

Boljim iskorištavanjem posječenoga etata ostvareni prihod od prodaje drvnih sortimenata povećan je za 35 099 355 kuna ili 7,42 % u odnosu na isto razdoblje 1998. godine.

Ovi su rezultati ostvareni osposobljavanjem stručnoga osoblja za obavljanje radova na krojenju i klasiranju drvnih sortimenata, boljom motiviranošću za

stručno obavljanje poslova i uspostavom djelotvornije kontrole radova.

Započete radnje treba nastaviti kako bi se sačuvala postignuta razina i ostvarilo daljnje poboljšanje iskorištavanja sječivoga etata u »Hrvatskim šumama«, p.o. Zagreb.

7. Literatura

Meštrović, Š., Fabijanić, G., 1995: Priručnik za uređivanje šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Hrvatske, Zagreb.

Rebula, E., 1996: Sortimentne i vrijednosne tablice za debljinu jele. Mehanizacija šumarstva, 4, Zagreb.

Štefančić, A., 1997: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za hrast lužnjak, hrast kitnjak i poljski jasen – suši tip. Šumarski list, 9–10, Zagreb.

Štefančić, A., 1998: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. Šumarski list, 7–8, Zagreb.

*** Hrvatske norme proizvoda iskorištavanja šuma. II. izdanje. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.

*** Poslovna izvješća »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb. »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, 1995–1999.

Adresa autora:

Andrija Štefančić
 »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
 Direkcija Zagreb
 Farkaša Vukotinovića 2
 10 000 Zagreb
 HRVATSKA

Hrvatsko šumsko rasadničarstvo

Milan Žgela

Sažetak

Ozbiljna narušenost prirodne ravnoteže naših šumskih sastojina uvjetuje složenost njihova pomlađivanja, dajući sve veće značenje prikupljanju vrsnoga sjemena i proizvodnji šumskih sadnica. Uz te zadatke postajanje je velikih površina šumišta bez šuma značajna mogućnost djelovanja u gospodarskom i ekološkom pogledu. Zbog toga se u obnovi šuma osobita pozornost posvećuje područjima hrvatskih najvrjednijih listopadnih šuma, odnosno područjima na kršu (golom ili s degradiranim šumama) našega priobalja. Većina je rasadnika zbog toga i smještena na tim područjima. Trenutačno su u rasadničkoj proizvodnji šumskih sadnica djelatna 44 rasadnika (16 glavnih i 28 priručnih), ukupne površine 484 ha, s proizvodnjom 30 – 35 milijuna sadnica i godišnjom isporukom 14 – 17 milijuna šumskih sadnica sposobnih za sadnju na terenu (u dobi od 2, 3 i 4 godine, odnosno jednogodišnje u kontejnerima). Većina je sadnica klasičnoga uzgoja u tlu: listopadne (11 – 14 mil.) sa zastupljenošću hrasta lužnjaka od 65 %, 2 – 2,5 mil. su sadnice crnogorice (od toga na smreku otpada 70 %), dok na sadnice obloženoga korijenskoga sustava za priobalje otpada godišnje 1 – 2 mil. sadnica. Ovisno o potrebi šumskih sadnica u budućnosti, uz mala ulaganja godišnja isporuka šumskih sadnica može biti i veća, 21 – 26 milijuna. Povećanu proizvodnju, uz stručnjake (glavne rasadnike vode uglavnom šumarski inženjeri) i stalnu radnu snagu (3 – 7 radnika), omogućuje prosječna rasadničarska mehaniziranost (sporohodni traktori s oruđima za osnovnu i dopunsku obradu tla, linijama oruđa i postroja Rath i Egedal, te plastenici i staklenici u glavnim rasadnicima) te podizanje novoga rasadnika za suvremenu kontejnersku proizvodnju sadnica za sadnju na terenima našega priobalja (Piket kod Zadra). Naravno, povećanje proizvodnje ovisi o dugogodišnjim potrebama za sadnicama koje šumarski stručnjaci moraju utvrditi po vrsti, količini, uzrastu i mjestima tražnje. Slobodne će kapacitete trebati, uz uspostavu menadžerske strukture za rasadničku proizvodnju, iskoristiti za proizvodnju i prodaju šumskih sadnica na inozemno tržište, odnosno za proizvodnju sadnica ukrasnoga drveća i grmlja za poznatoga kupca (domaćega i inozemnoga).

Ključne riječi: rasadnici, šumske sadnice, šumsko sjeme, rasadničarska mehanizacija

1. Uvod

Rasadničarstvo u Republici Hrvatskoj, stanje i mogućnosti rasadnika za proizvodnju šumskih sadnica, kako trenutnu situaciju tako i budući razvoj, mora se razmatrati i osmišljavati u svezi s osnovnom zadaćom šumarske struke i šumarskih stručnjaka: obnovom šumskih sastojina i poboljšanjem drvene strukture u njima. Znanstvena počela, spoznaje šumarske struke i zakonski propisi podržavaju prirodnu obnovu naših sastojina, tako da rasadnicima preostaje zadaća za izvanredno osiguranje sadnica onim dijelovima naših šumskih sastojina gdje prirodna obnova nije u potpunosti uspjela ili tamo gdje je ona izostala.

Naravno, rasadničarstvo mora udovoljiti kakvoćom i količinom sadnica i za ona zemljišta koja se tek

pokušavaju pošumiti (proširena biološka reprodukcija), odnosno za obnovu šumskih sastojina drugih šumoposjednika.

Ozbiljna narušenost prirodne ravnoteže šumskih sastojina i sve češći izostanak redovitoga plodonošenja šumskih vrsta drveća potvrđuje problematiku sjemenarstva i rasadničarstva, tražeći savjesnu primjenu do sada stečenih šumarskih stručnih spoznaja vezanih uz obnovu, očuvanje i unapređenje šumskoga fonda. Osnova je svakoga bavljenja rasadničarstvom izvor šumskoga sjemena nesporne kakvoće.

Izvori su sjemena naše prirodne sastojine i njihove sjemenske sastavnice (tzv. sjemenski objekti) koje se nalaze u njima, iz kojih se rasadnici opskrbljuju sjemenom.

Izvori šumskoga sjemena (u manjoj mjeri) mogu biti i šumske kulture listača i četinjača, autohtonih ili alohtonih vrsta drveća, podignute kao sjemenske plantaže.

Osamostaljivanjem Republike Hrvatske nabava se sjemena domaćih vrsta drveća uglavnom rješava iz vlastitih sjemenskih sastojina. Sjeme se četinjača doraduje u novoj trušnici šumskoga sjemena koja se nalazi pri Šumarskom institutu u Jastrebarskom.

Važno je napomenuti da je pomoć rasadničarstva obnovi hrvatskih sastojina vezana 80 % za listače, 12 % za četinjače, dok se 8 % rasadničkih kapaciteta koristi za proizvodnju šumskih sadnica četinjača i listača za priobalje – uglavnom krško područje. Gotovo se polovica rasadničarske djelatnosti (45 %) odnosi na proizvodnju sadnica hrasta lužnjaka, 13 % na proizvodnju sadnica hrasta kitnjaka, 16 % na proizvodnju sadnica poljskoga jasena, 3 % na sadnice crne johe, te 3 % na ostale vrste listača.

U tom sklopu treba razmotriti i sve ono što trenutno, ali očekivano i u budućnosti, zaokuplja pažnju šumarske struke u cjelini i rasadničarstva kao sastavnoga dijela šumarske djelatnosti zasebno.

2. Prikaz sadašnjega stanja

Tradicija je rasadničarstva u Hrvatskoj duga – davno mu je prošao 100. rođendan. Istina, od prvih početaka pa do kraja II. svjetskoga rata proizvodnja se šumskih sadnica odvijala u najvećem broju slučajeva u manjim, tzv. priručnim rasadnicima. Trend otvaranja većega broja rasadnika u Hrvatskoj uočljiv je 60-ih godina 20. stoljeća. Ti su rasadnici i sada u upotrebi. Danas »Hrvatske šume« p.o. imaju 44 registrirana rasadnika ukupne površine od 484 ha (tablica 1).

U 26 se rasadnika proizvode listače i četinjače, u 18 samo listače. Više od polovice rasadnika ima površinu manju od 10 ha, 8 rasadnika 11–15 ha, 4 rasadnika 16–20 ha, a 8 je rasadnika površine veće od 20 ha.

Najveći su rasadnici za proizvodnju listača Zalužje (hrast i jasen) – Uprava šuma Vinkovci; Višnjevac i Topolje (topola i vrba) – Uprava šuma Osijek; Limbuš – Uprava šuma Koprivnica; za proizvodnju su listača i četinjača rasadnici Hajdarevac i Cernik – Uprava šuma Požega i Nova Gradiška; Močile – Uprava šuma Koprivnica; isključivo za četinjače: Oštarije – Uprava šuma Ogulin, Kuželj – Uprava šuma Delnice, te za proizvodnju četinjača i listača za priobalje Francškija – Uprava šuma Buzet.

Na razvoj rasadničarske proizvodnje u Hrvatskoj velik utjecaj imaju rezultati istraživanja koja se provode u rasadnicima Šumarskoga instituta u Jastrebarskom i Šumarskoga fakulteta u Zagrebu. Za mnoge

su rasadnike u Hrvatskoj izrađeni idejni i izvedbeni projekti te prijedlozi za unapređenje tehnike i načina rada. Šumarski institut sa svojim rasadnikom na taj način neprekidno utječe na unapređenje rasadničke proizvodnje u Hrvatskoj, te na podmirenje dijela potreba nekih uprava šuma za klijancima, odnosno šumskim sadnicama.

Uz relativno dobru opskrbljenost osnovnim pogonskim strojevima (traktorima), rasadnici su opremljeni i priključcima za osnovnu i dopunsku obradu tla.

Govoreći o opremljenosti rasadnika rasadničarskom mehanizacijom, upravo spomenuti rasadnici imaju cjelokupne linije strane proizvodnje.

Mehanizacija je, istina, starija od desetak i više godina (*Rath*), osuvremenjena nabavom novih dijelova rasadničarske linije tvrtke *Egedal* i radnim pogonskim strojevima, traktorima *Steyr*, za sve glavne rasadnike koji proizvode sadnice klasičnim načinom.

Kada je u pitanju način rasadničarskoga rada, svi glavni kontinentalni rasadnici koji proizvode sadnice listača, bilo klasičnom proizvodnjom u tlu (sjetvom u redove ili omaške), na gredicama, koriste specijalne strojne linije, npr. *Rath*, za rasadničku proizvodnju šumskih sadnica. To su Zalužje, Gajić, Hajderovac, Cernik, Močile, Lukavec, Limbuš, Oštarije i Kuželj.

Rasadnik Zdenački gaj ima novonabavljenu dansku liniju *Egedal*, a i većina prije spomenutih rasadnika ima neke od dijelova te linije (npr. vadalice sadnica, podrezivače korijenja itd.).

Većina rasadnika nema dovoljnu količinu vode ili akumulacije vode, iz kojih bi osigurala zalijevanje uzgajanoga šumskoga sadnoga materijala.

Budući da je većina rasadnika nastala proširivanjem priručnih rasadnika raznim antropogenim zahvatima, tla su u rasadnicima uglavnom slabo do srednje humusna (manje od 2 % humusa), vrlo loše strukture, što je uz vodu jedan od ograničavajućih čimbenika kakvoće sadnica.

Samo veći rasadnici imaju stalnu stručnu radnu snagu. Povremena radna snaga gotovo je pravilo u rasadničkoj proizvodnji. Promatrajući proizvodnju (količinu) u proteklih dvadesetak godina, može se navesti da je prosječna godišnja količina 1971–1980. bila oko 5 mil. sadnica listača i 11 mil. sadnica četinjača, od 1981. do 1990. oko 13 mil. sadnica listača i 6 mil. sadnica četinjača (osiguravajući potrebe obnove sastojina na cjelokupnom teritoriju Republike Hrvatske).

Osnivanjem javnoga poduzeća za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, pristupilo se i organiziranoj proizvodnji i isporuci šumskih sadnica za sve naše šumarije (tablica 2).

Tablica 1. Prikaz rasadnika upisanih u registar proizvođača šumskih sadnica

Naziv rasadnika	Šumarija	Ukupna površina, ha	Za proizvodnju	
			bjelogorica	crnogorica
Zalužje	Vinkovci	22,21	+	
Višnjevac	Osijek	27,80	+	
Poloj	Beli Manastir	4,93	+	
Topolje	Valpovo	15,75	+	
Repnjak	Beli Manastir	25,00	+	
Biljski rit	Darda	9,60	+	
Šarkanj	Batina	9,20	+	
Tikveš	Tikveš	13,41	+	
Gajić	Našice	7,50	+	+
Lanik	Donji Miholjac	6,07	+	
Bobrovac	Slatina	5,38	+	
Cernik	Nova Gradiška	19,50		+
Hajderovac	Kutjevo	21,59	+	+
Zdenački gaj	Grubišno Polje	10,09	+	
Jantak	Čazma	3,52	+	
Sjevernjaci	Ivanska	3,81	+	+
Grahovljani	Pakrac	6,01	+	+
Močile	Koprivnica	12,75	+	+
Limbuš	Kloštar Podravski	15,31	+	
Zelendvor	Varaždin	16,68	+	+
Drnje	Koprivnica	11,76	+	
Župetnica	Križevci	3,00	+	+
Travnik	Ludbreg	1,00	+	
Podturen	Čakovec	5,00	+	
Gaj	Kutina	34,47	+	
Lukavec	Velika Gorica	23,96	+	+
Brestje	Dugo Selo	14,92	+	
Oštarije	Josipdol	32,56	+	+
Kuželj	Skrad	4,59	+	+
Podbadanj	Crikvenica	1,46	+	+
Vujnović brdo	Gospić	14,97	+	+
Franeškija	Buje	19,15	+	+
Šijana	Pula	2,59	+	+
Liskovac	Split	1,30	+	+
Svilaja	Sinj	3,37	+	+
Bočina	Metković	2,05	+	+
Piket	Zadar	9,90	+	+
Voštarnica	Zadar	0,30	+	+
III. Kono	Dubrovnik	0,30	+	+
Trolokve	Brač	1,00	+	+
Borak	Imotski	3,20	+	+
Slavinj	Split	0,18	+	+
Duboka dolina	Slatina	5,27	+	+
Lisičine	Voćin	28,12	+	+
Ukupno		483,99	+	+

Tablica 2. Rasadnička isporuka šumskih sadnica 1991–1998. godine (brojčani su iznosi u tisućama)

Vrsta sadnica	Isporuka (u 000 komada)								Ukupno	Godišnje
	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.		
Hrast lužnjak	6 430	10 070	3 832	5 793	10 181	8 009	6 361	5 527	56 203	7 025
Hrast kitnjak	1 321	2 516	355	1 867	1 784	2 034	2 062	1 667	13 606	1 701
Poljski jasen	1 811	1 518	1 363	1 814	760	1 369	1 349	1 571	11 555	1 444
Crna joha	284	225	90	754	471	737	470	459	3 499	437
Euroamerička topola	42	53	18	63	69	68	55	66	434	54
Vrba	31	16	19	41	22	33	18	24	204	26
Bukva	-	-	-	20	45	37	64	-	166	21
Ostala bijelogorica	13	5	18	202	92	8	30	101	469	59
Bjelogorica ukupno	9 932	14 403	5 695	10 554	13 424	12 295	10 418	9 415	86 136	10 767
Smreka	1 243	1 706	1 089	1 878	1 369	1 050	1 100	1 014	10 449	1 306
Crni bor	324	355	165	422	236	136	199	189	2 026	253
Obični bor	148	65	62	191	89	191	96	25	867	108
Ariš	283	215	74	189	84	77	68	65	1 055	132
Duglazija zelena	88	72	24	105	45	26	56	53	469	59
Jela	34	15	36	30	79	20	-	-	214	27
Ostala crnogorica	28	11	6	19	9	3	-	-	76	10
Crnogorica ukupno	2 148	2 439	1 456	2 834	1 911	1 503	1 519	1 346	15 156	1 895
Hrast crnika	-	-	2	10	19	17	23	-	71	9
Hrast međunac	3	-	3	34	48	137	26	50	301	38
Ostale listače	14	8	-	-	-	-	-	-	22	3
Crni bor	78	85	180	794	687	847	820	1 100	4 591	574
Primorski bor	60	38	110	314	395	536	458	162	2 073	259
Alepski bor	81	47	2	160	76	90	181	148	785	98
Pinija	12	11	33	140	90	56	146	172	660	82
Čempres	5	7	25	173	144	376	60	176	966	121
Cedar	12	18	154	8	2	8	13	15	230	29
Ostale mediteranske vrste	39	57	-	2	47	71	35	-	251	31
Mediteranske vrste – ukupno	304	271	509	1 635	1 508	2 138	1 762	1 823	9 950	1 244
Sveukupno	12 384	17 113	7 660	15 023	16 843	15 936	13 699	12 584	111 242	13 906

Utvrđene su ustaljene godišnje potrebe, odnosno isporuke sadnica iz rasadnika: 11 mil. sadnica listača (bjelogorice), 2 mil. šumskih sadnica četinjača (crnogorice) i preko 1 mil. šumskih sadnica za sadnju na krškim terenima priobalja.

Ako se po ovim grupama pogleda zastupljenost šumskih vrsta, vidi se da se proizvodnja i isporuka temelji na oko 7 mil. sadnica hrasta lužnjaka, 1,3 mil. sadnica obične smreke te oko 0,6 mil. šumskih sadnica crnoga bora (mediteranskoga podrijetla), što predstavlja 2/3 ukupne proizvodnje odnosno isporuke šumskih sadnica iz rasadnika.

Spomenute su brojke vezane uz klasičnu proizvodnju šumskih sadnica, izuzev rasadnike uz morsku obalu, koji u pravilu proizvode sadnice u kontejnerima. Zastupljenost sadnica obloženoga korijenskoga

sustava u kontinentalnim rasadnicima ne prelazi 5 % ukupne proizvodnje. Veći rasadnici kao sporednu proizvodnju imaju ukrasno drveće i grmlje za potrebe oblikovanja parkovnih i drugih zelenih površina. Tu proizvodnju obilježava širok izbor dekorativnih vrsta koje imaju veću ili manju tržišnu vrijednost.

3. Budućnost rasadničarstva »Hrvatskih šuma«

Dosadašnje šumarsko znanje i spoznaje trebaju dati budućnosnu sliku rasadničarstva u Hrvatskoj koja se temelji na:

- stanju prirodnoga obnavljanja naših sastojina i potrebama sadnica

- mogućnosti ulaganja u proširenu biološku reprodukciju
- stanju i potrebama obnavljanja privatnih šumskih posjeda
- stanju i mogućnosti naših rasadnika u tehnološko-tehničkom pogledu.

Iz navedenih postavki izišle su i razdobljske potrebe sadnica 1999 – 2003. (tablica 3).

Na osnovi prethodnoga treba u budućnosti:

- dopuniti opremu i namjestiti stručnjake u glavnim (središnjim) rasadnicima
- podržavati postojeće priručne rasadnike.

Glavni se rasadnici moraju odlikovati:

- dovoljno velikom površinom i povoljnim tlom
- zaposlenim stručnjacima i stalnom radnom snagom
- potpunom rasadničarskom opremom (zapadnoeuropske rasadničarske linije i ostala mehanizacija)

- dovoljnom količinom vode za trajnu uporabu
- primjereno ograđenim rasadnikom
- zadanom i ugovorenom proizvodnjom.

Za hrvatske jednodobne šume radi zadovoljenja potrebnih sadnica dovoljno je 9 glavnih rasadnika. Rasadnici nisu nužno povezani s područjem uprava šuma, tako da neke uprave imaju i više rasadnika (Koprivnica), dok, npr. Sisak i Karlovac, nemaju rasadnika.

Glavni bi rasadnici bili: Zalužje – Vinkovci, Višnjevac – Osijek, Gajić – Našice, Hajderovac – Požega, Cernik – Nova Gradiška, Zdenački gaj – Bjelovar, Limbuš i Močile – Koprivnica, Lukavec – Zagreb.

Za područje bi zim zelenih šuma većinu proizvodnje obavljali glavni rasadnici Oštarije – Ogulin i Kuželj – Delnice.

Dakle, sva bi buduća proizvodnja šumskih sadnica bila vezana uz glavne rasadnike koji po zadanoj (projektiranoj) količini potrebnih sadnica određuju

Tablica 3. Potrebe sadnica od 1999. do 2003. godine

Vrsta sadnica	Godina				
	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
Hrast lužnjak	7 609	8 191	8 042	7 694	7 449
Hrast kitnjak	2 151	2 222	2 360	2 490	2 264
Poljski jasen	3 062	2 969	2 876	2 893	2 842
Crna joha	554	652	665	473	476
Bukva	47	38	43	54	42
Trešnja	27	8	7	8	7
Lipa	22	-	-	-	-
Javor	22	6	2	5	2
Lištače – ukupno	13 494	14 086	13 995	13 617	13 082
Smreka	883	911	891	952	811
Ariš	93	85	105	81	79
Crni bor	221	204	220	186	194
Obični bor	79	79	79	79	79
Jela – obična	8	9	8	8	8
Duglazija	51	51	52	52	52
Borovac	51	51	52	52	52
Četinjake – ukupno	1 335	1 339	1 355	1 358	1 223
Crni bor	1 207	1 267	1 227	1 237	1 297
Alepski bor	81	86	91	96	96
Brucijski bor	35	35	35	35	35
Primorski bor	233	193	253	263	273
Pinija	130	140	150	160	170
Crnika	105	115	135	145	155
Medunac	332	344	349	349	349
Mediteranske vrste – ukupno	2 123	2 180	2 240	2 285	2 375
Sveukupno	16 952	17 605	17 590	17 260	16 680

svoj proizvodni plan, uključujući u njega i niz postojećih malih priručnih rasadnika.

Za potrebe uprave šuma Karlovac i Sisak, a djelomično i Zagreb, koristit će se i nadalje usluge rasadnika Šumarskoga instituta, Jastrebarsko, uz dugoročne ugovorene obveze i prava obiju strana.

Po potrebi treba razmotriti i uključivanje rasadnika Šljukingon – Bjelovar (do prije desetak godina vodeći rasadnik šumskih sadnica u Hrvatskoj kao tadašnji OOUR Šumskoga gospodarstva Bjelovar, a sada u sastavu »Bjelovarskog vrta« d.d. Bjelovar) u ugovornu proizvodnju šumskih sadnica za potrebe Uprave šuma Bjelovar i šire.

Za potrebe bi sredozemnoga područja glavni rasadnici bili: Franceskija – Buzet, Podbadanj – Senj i u Upravi šuma Split Liskovac i Bočina, te planirani novi rasadnik Piket – Zadar, koji je u fazi projektiranja (vjerojatno slijedi njegov osnutak).

Gledajući sadašnje stanje s obzirom na proizvodni godišnji zadatak isporuke šumskih sadnica, postojeće stručno i proizvodno osoblje, rasadničarske površine, stariju ili noviju rasadničarsku mehanizaciju te na količinu vode, glavni rasadnici svoju pažnju u smislu osuvremenjavanja moraju usmjeriti prema rasadničarskim postavkama »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb:

- U tehničko-tehnološkom pogledu površina bi rasadnika trebala biti oko 20 ha, s dobrom strukturom i kemijskim sastavom tla kako bi primjena suvremenih rasadničarskih mehanizacijskih linija bila ne samo moguća nego i djelotvorna (ta se postavka ne odnosi za rasadnike našega priobalja).
- Glavni rasadnici uglavnom već imaju opremu i rasadničarsku mehanizacijsku liniju koje su do sada korištene (*Rath* te dio uređaja i opreme domaće proizvodnje), istina, dosta stare, ali još uvijek sposobne za proizvodni rad. Izuzetak su rasadnici priobalja – Uprava šuma Split. Naravno, ovisno o proizvodnom zadatku, te će se linije popunjavati, obnavljati, a negdje će se uvoditi rasadničarske linije sličnoga tipa drugih proizvođača (npr. *Egedal* – Danska) te ostala mehanizacija (oprema) koja će udovoljiti proizvodnomu zadatku (vrste i količine biljaka) ne samo u matičnom – glavnom rasadniku, nego i u svim manjim i priručnim rasadnicima nad kojima mu je povjerena briga.
- Bez dovoljne i moguće neprekinute uporabe vode, bez obzira odakle joj je izvor, nema i ne smije biti ni jednoga glavnoga rasadnika. Uglavnom će svaki takav rasadnik imati i akumulaciju vode dovoljnoga kapaciteta da bi se voda u njemu kondicionirala i bila uvijek dos-

tupna za uobičajeno nužno zalijevanje ili navodnjavanje. Po mogućnosti, ali samo u pričuvi, može postojati mogućnost uporabe gradskoga odnosno javnoga vodovoda, ali uz obvezatno kondicioniranje vode u akumulacijama. Treba težiti uspostavi hidrantske mreže unutar rasadnika.

- Svaki će glavni rasadnik imati okvirni zadatak godišnje proizvodnje šumskih sadnica, koje prema rasporedu isporučuje za potrebe svoje uprave, odnosno prema zaključenim ugovorom određenu količinu sadnica za druge uprave šuma. Takva svakogodišnja planska proizvodnja uvest će u rasadnike i red i rad. Moći će se oblikovati plodoredi koji će u sebi obvezatno uključivati i površine pod ugarom (zeleni ili jalovi), te ustrojiti table međusobno odijeljene vjetrobranim pojasima. Na taj će način biti omogućena i primjena najnovijih tehnoloških spoznaja, a računalno praćenje i podržavanje sastavni je dio takve proizvodnje.
- Nužna je izgradnja hladioničkih kapaciteta za čuvanje šumskih sadnica i sjemena.

Ako se tim postavkama doda i kalkulatивно-stimulativna jedinična cijena šumskih sadnica, ne bi trebalo biti većih problema u šumarskoj reprodukcij-skoj sposobnosti svakoga od glavnih rasadnika. Usvajanjem tih postavki i ugovaranjem proizvodnje šumskih sadnica, moći će se pobliže znati kako upotrijebiti možebitne slobodne rasadničke površine za kvalitetniju proizvodnju šumskih sadnica ili, u pojedinim pokrajinama, za proizvodnju ukrasnoga drveća i grmlja.

4. Zaključci – budućnosni prijedlozi

Najveću šumarsku pozornost treba usmjeriti prirodnoj obnovi sastojina, a kao pričuvenu mogućnost računati da rasadničke površine »Hrvatskih šuma« omogućuju, uz manja investicijska ulaganja, proizvodnju veću oko 50 % od postojeće: godišnja je proizvodnja sadnica sposobnih za pošumljavanje oko 40 milijuna, dvostruko više listača.

Treba specijalizirati i onda brojčano i kvalitetno održavati takvu skupinu stručnjaka za sjemenarstvo i rasadničarstvo koji će u svakom trenutku biti spremni preuzeti, prilagoditi i primijeniti sve one postupke koji se koriste u svijetu te daju dobre rezultate.

Treba posvetiti pozornost i proizvodnji mekih listača (topola, vrba), isključivo kao šumsko-poljoprivrednoj proizvodnji i prijelaznoj fazi u oblikovanju šumske sastojine na određenim poljoprivrednim ili šumskim tlima.

U najskorije vrijeme treba opojmiti proizvodnju šumskih sadnica obloženoga korijenskoga sustava (tzv. kontejnerske sadnice) odredbama: vrste, količine, oblika i materijala od kojega je načinjen kontejner, te dobi biljaka. Na osnovi toga treba prilagoditi ili nabaviti potrebnu mehanizaciju (linije za kontejniranje) i osposobiti objekte.

Što prije treba izraditi hrvatske norme za utvrđivanje kakvoće sjemeni i šumskih sadnica.

Uporabu pesticida u rasadnicima treba dopustiti isključivo kao prevenciju, vodeći računa o izbjegavanju njihove uporabe u većoj količini.

Svakako treba težiti informacijskomu sustavu šumarstva, uz prihvaćanje programa za proizvodnu pomoć i praćenje sjemenarstva i rasadničarstva.

Projektiranu, prosječnu godišnju proizvodnju sadnica u rasadnicima rasadničari trebaju oblikovati s određenom sigurnošću kako bi na teren uvijek odlazila potrebna količina sadnica jednake kvalitete (dob, uzrast, visina, debljina, kakvoća). Naravno, u toj je zadaći važna i količina i vrsta izabranoga sjemeni.

Plodoredima, zelenom gnojdbom i ostalim vrstama gnojdbi treba obogaćivati hranjivost rasadničkih površina (postotak humusa treba povećati na 5 %) i uz osiguranje dovoljnih količina vode za navodnjavanje, bilo kišenjem, orošavanjem i sl., treba osnažiti proizvodnju vrsnoga šumskoga sadnoga materijala. Vjetrobrane pojase valja pažljivo projektirati, zasaditi ih i redovito održavati.

Valja definirati mogućnosti (površine, razinu mehaniziranosti, stručnjake), stanje tržišta i potrebu proizvodnje ukrasnoga drveća i grmlja u okviru pot-

reba urbanoga šumarstva kojim se namjeravaju baviti i »Hrvatske šume«.

Bez ustrojstva rasadničarstva po prethodnim načelima i prijedlozima te barem 10-godišnjega provjeravanja i uhođavanja ne bi trebalo pomišljati na možebitnu privatizaciju rasadnika, odnosno izlasku rasadnika iz osnovne djelatnosti »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb.

5. Literatura

- Anon., 1999: Poslovno izvješće »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb 1991 – 1998. g. (interna dokumentacija), Zagreb.
- Dokuš, A., Orlić, S., Orešković, Ž., Žgela, M., Matić, S., Oršanić, M., 1992: Šumski rasadnici. U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Zagreb, str. 101–104.
- Dokuš, A., Gračan, J., Komlenović, N., Orlić, S., 1988: Stanje rasadničke proizvodnje u Hrvatskoj. Studija – dokumentacija Šumarskoga instituta, Jastrebarsko.
- Matić, S., 1990: Šume i šumarstvo Hrvatske – jučer, danas, sutra. Glas. za šumske pokuse, 35–56, Zagreb.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanja broja biljaka i količine sjemeni za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šum. list, 3–4: 71–79, Zagreb.
- Ocvirek, M., 1994: Kontejnerska proizvodnja četinjača. Radovi Šumarskog instituta, 29 (2), Jastrebarsko.
- Orešković, Ž., Rath, V., Maradin, R., 1993: Proizvodnja šumskog sadnoga materijala u rasadniku Šumarskog instituta. Radovi Šumarskog instituta, 28 (1–2).
- Regent, B., 1972: Šumsko sjemenarstvo. Poslovno udruženje šumarstva šumskoprivrednih organizacija, Zagreb.
- Žgela, M., 1994: Stanje i mogućnosti rasadničarske proizvodnje »Hrvatskih šuma«, p.o. Zagreb. (interna dokumentacija), Zagreb.

Adresa autora:

Milan Žgela
 »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
 Direkcija Zagreb
 Farkaša Vukotinovića 2
 HR-10 000 Zagreb
 HRVATSKA
 e-mail: milan.zgela@hrsume.hr

Aktualni zadaci i vizija promjena koje se nameću drugačijim zadaćama gospodarenja šumama u Federaciji Bosne i Hercegovine

Augustin Meštrović

Sažetak

Gospodarenje šumama u Federaciji Bosne i Hercegovine bremenito je mnogim otvorenim pitanjima na koja trebaju odgovore dati šumarska znanost, struka i praksa. Ono je opterećeno tek prevladanim socijalističkim samoupravljanjem, dogovornom ekonomijom, spregnutim dohodovnim odnosima šumarstva i preradbe drva, nefunkcionalnom i neučinkovitom organizacijom u gospodarenju šumama, zastarjelom i nedostatnom šumskom mehanizacijom, te nedostatnom i uništenom šumskom infrastrukturuom. Aktualni zadaci posebno opterećuju sadašnje ionako složeno stanje gospodarenja šumama od kojih društvo još uvijek traži rješavanje socijalnih i mnogih drugih teškoća i pitanja. Najaktualniji je zadatak izgrađivanje pravilnoga odnosa i ispravne svijesti sviju prema šumi kao neprocjenjivomu blagu. Ne manje važna zadaća je preustroj gospodarenja šumama s dogovornoga i dohodovnoga na tržišno gospodarstvo. Postojeća je zakonska regulativa neprimjerena sadašnjemu trenutku svekolikih korjenitih društvenih i gospodarskih promjena. Iz tih razloga to žurnije treba donijeti suvremen Zakon o šumama s pratećim podzakonskim propisima. Organizaciju upravljanja i gospodarenja šumama treba prilagoditi stvarnim okvirima učinkovitoga i funkcionalnoga samoodrživoga i potrajnoga gospodarenja. Izrada dugoročne strategije šumarstva nužan je putokaz za budući odnos prema šumama u Federaciji BiH. Očuvanje prirodnih, samoonovljivih i potrajnih šumskih sastojina trajni je i prioritetni zadatak svih šumara. Šume Federacije BiH treba prilagoditi suvremenim potrebama današnjih naraštaja dajući prednost općekorisnim nad gospodarskim funkcijama šuma. Nova prostorna i gospodarska podjela šuma nameće se kao imperativ, koju šumari trebaju što prije i ostvariti uz provedbu nove inventarizacije svih šuma. Smanjenjem predratnoga obujma sječa otvaraju se mogućnosti zaštite prirodnih šuma za drugačije dugoročne zadaće gospodarenja šumama sukladno svjetskim i europskim konvencijama o potrajnom gospodarenju šumama i održivomu razvoju šumarstva. Uvođenje suvremenih metoda inventarizacije šuma višestruko je nužno u Federaciji BiH.

Ključne riječi: šumarstvo, BiH, način gospodarenja, zadaće

1. Uvod

Koncem osamdesetih godina ovoga stoljeća i na pragu drugoga tisućljeća nastupile su u mnogim europskim zemljama, pa tako i Bosni i Hercegovini odnosno Federaciji Bosne i Hercegovine, značajne promjene društvenih, gospodarskih, ekonomskih, socijalnih i dr. odnosa. Navedene promjene neizbježno su dovele i do promjena u gospodarenju šumama i šumarstvu Federacije BiH uopće. Ratna događanja ubrzala su devastiranje šuma, šumskih objekata, te devastiranje i uništavanje ionako nedostatne šumar-

ske infrastrukture i zastarjele šumske mehanizacije. Upravljanje šumama opterećeno totalitarnim socijalističkim samoupravljanjem šumama u društvenom vlasništvu, dogovornom ekonomijom, dirigiranim tržištem, spregnutim dogovornim (dohodovnim) odnosima između šumarstva i prerade drva (drvne industrije) i neučinkovitom organizacijom gospodarenja šumama u jednom trenutku potpuno ili gotovo potpuno nestaje. U takvoj situaciji šume i šumarstvo Federacije BiH bilo je prepušteno neodgovornim i potpuno nestručnim pojedincima i grupama ljudi koji su trčeći za brzom zaradom pohlepno i bezočno

uništavali prirodni šumski potencijal bez minimuma stručnosti, organiziranosti i odgovornosti. Stoga su mnogobrojni šumarski stručnjaci i znanstvenici bili primorani napustiti svoja radna mjesta, poduzeća i općine. Na taj način obrazovanje šumarskih kadrova umnogome se kompliciralo, smanjilo, ili je gotovo nestalo kao i znanstveni rad u šumarstvu. Mnogobrojne šumskogospodarske osnove čiji je rok važenja istekao ili je bio pri koncu isteka nije imao tko obnavljati zbog naznačenih razloga i zbog prestanka rada institucija koje su te i takve poslove ranije obavljale.

Međutim, i uz tako teško i izvanredno stanje u šumama i šumarstvu Federacije BiH, ipak je ostao dostatan broj pojedinaca i grupa istinskih ljubitelja šuma i potvrđenih stručnjaka koji su našli načina i smogli dovoljno snage organiziravši stručno i odgovorno gospodarenje šumama u najvećem dijelu Federacije BiH.

Smirivanjem stanja šumarski stručnjaci i znanstvenici Federacije BiH našli su se pred teškom zadaćom i velikim iskušenjima kako prevladati postojeće teškoće u šumarstvu, kako riješiti sve aktualne zadatke koje pred njima stoje, kako dati viziju budućnosti šumarstva prihvaćajući mnogobrojne promjene koje se nameću drugačijim zadaćama gospodarenja šumama u usporedbi s dosadašnjim stanjem i odnosima. Svjesni da gotovih rješenja i recepta nema, odlučno su krenuli šumarski stručnjaci i znanstvenici Federacije BiH u presudan i težak posao traženja odgovora na pitanje kako gospodariti šumama u promjenama koje se nameću drugačijim zadaćama od dosadašnjih.

2. Sadašnje stanje šumarstva

Uloga i značenje šuma može se prosuđivati na temelju različitih kriterija od kojih su za Federaciju BiH najvažniji fizički, ekonomski i socijalni. Fizički kriteriji ogledaju se u očuvanju tla i vode, ekonomski kriteriji ogledaju se uglavnom u alimentiranju prerađivanja drvne industrije, a socijalni u poboljšanju uvjeta života i uređenju površina za rekreaciju i odmor ljudi. Ujednačavanje tih kriterija potrebno je da bi se u šumi istodobno postigla proizvodnja drvna, paša, lov, zaštita voda i rekreacija. To bi mogla biti formula za višestruko korištenje šuma. Nadalje, tijekom povijesti, od početka pa sve do danas, šumska površina na zemlji nije se prestala smanjivati. To smanjivanje bilo je posljednjih stotinu godina brže nego ikada ranije. Pojedinci i danas drže da je taj fenomen nužno povezan uz socijalni i ekonomski progres uopće. Zbog razvoja poljodjelstva i zbog demografske ekspanzije prouzročen je novi naglašen zahtjev prema šumama koji se pojačava dodatnim

prekomjernim zahtjevima za građevnim i ogrjevnim drvom u procesu poslijeratne sveopće obnove i izgradnje, čime se granice šuma i šumovitosti sve više smanjuju napredovanjem razvoja čovječanstva. Danas se kao i ranije u svijetu, a posebice u Federaciji BiH, šume uništavaju svjesno i nesvjesno. Međutim, ovdje je potrebno istaknuti i prihvatiti činjenicu da smanjivanje šumskih površina može imati dalekosežne i vrlo teške posljedice, jer šuma ne daje samo drvo nego i mnoštvo drugih koristi, dragocjenih za čovjeka. Svima nama je poznato da bi se teško našla zemlja na svijetu u kojoj najobičniji jednostavni čovjek ne bi mogao nabrojiti goleme površine koje bi morale biti prekrivene šumom, a sada su ogoljene i neproizvodne površine.

Jedan od najvažnijih zadataka šumarskih stručnjaka i znanstvenika, ekonomista i federalnih tijela uprave je da bdiju nad šumama, da u federalnim programima ekonomskoga i socijalnoga razvoja obnova šuma na kritičnim površinama bude usvojena kao prijeko potrebni temelj tih programa.

Problemi današnjega šumarstva u vremenu tranzicije sadržani su u nizu promjena koje su nužno nastale u svezi s tim i koje nameću drugačije zadatke gospodarenja šumama usmjerenih napretku šumarstva.

Spomenuti su sljedeći problemi:

- prijelaz iz samoupravljanja s dogovornom privredom u kapitalističko tržišno privređivanje
- prijelaz iz društvenoga u privatno i državno vlasništvo
- prijelaz na novo uređenje i organizaciju šumarstva
- ratno uništavanje imovine, stradanje zaposlenih u šumarstvu i miniranost šuma i šumskih terena
- shvaćanje ukupnoga sadašnjega okruženja u kojem šume i šumarstvo mogu bez posljedica rješavati probleme životnoga okoliša na cijelom šumskom prostoru i šire
- učestalo sušenje stabala odnosno propadanje šuma
- zastarjelost opreme, nepostojanje tržišta usluga i šumarskih poduzetnika te neizgrađenost vlastitoga informacijskoga sustava
- prevelik broj zaposlenika u šumarstvu te velik broj zaposlenika u šumarstvu sa znatnim invaliditetom
- neujednačenost mnogih čimbenika u sastavnicama šumarskih poduzeća.

Naznačeno stanje za posljedicu ima često nezadovoljstvo:

- vlasnika šuma (opravdano kada je u pitanju vlastita neuspješnost, ali ne i kada Federacija BiH administrativno određuje uvjete poslovanja)

- zaposlenika u šumarskim poduzećima (neredovitost isplata plaća, terenskoga dodatka, regresa, rad bez zaštitne opreme ili rad s nekoliko puta otpisanim zaštitnom opremom)
- domaćih kupaca šumskih sortimenata (htjeli bi niže cijene drva, što dulje rokove plaćanja i što kvalitetniju robu)
- dobavljača energenata, sredstava rada i usluga želeći pravodobnu i redovnu naplatu.

Uspješno gospodarenje šumama moguće je ostvarenjem četiriju odvojenih zadataka:

- vlasništvo (državno koje se odnosi na Federaciju BiH i privatno)
- nadležnost (ustavnim rješenjem podijeljena između Federacije BiH i županija)
- menadžmenta (poduzeća šumarstva)
- nadzora – inspekcija (federalni i županijski šumarski inspektori).

U planskom je godpodarstvu sve to povezano i zajedno je, a sve prije naznačeno potječe iz širega okruženja, posebice zbog sljedećih činjenica:

- Organizacija i upravljanje u državnim šumama važan je zadatak svih zemalja sa znatnim udjelom takvih šuma u ukupnom šumarstvu.
- Nastojanje usklađenja odnosa šumarstva i zaštite okoliša zadatak je svjetske zajednice.
- Treba ujednačiti barem opći pristup šumarskomu visokoškolskomu školovanju, kako u šumarskoj politici, organizaciji šumarstva i šumarskoj privredi, tako i u ekonomičnosti vlastitoga rada.

Nadzor nad poštivanjem zakonitosti povjeren je federalnim i županijskim tijelima. Problemi nastaju u nedovoljnoj odvojenosti triju sastavnih dijelova u gospodarenju šumama (vlasnička, upravljačka i nadzorna). U slučaju njihove odvojenosti lakše je rješavati nastale probleme. Ako se ne mogu odvojiti drugačije, treba isto učiniti organizacijski, pri čemu je jedno od pitanja uspješnoga gospodarenja i racionaliziranje radova i poslova u šumarstvu.

3. Polazišta za drugačije zadatke gospodarenja šumama

3.1. Aktualni zadaci i vizija promjena

Svim šumama bez obzira na vlasništvo nužno je gospodariti na temeljima najnovijih dostignuća šumarske znanosti, struke i prakse. Današnje je šumarstvo naslijedilo od ranije različitu organiziranost, kao i niz nešumarskih djelatnosti, koje su bile uklopljene u bivša šumarska poduzeća s raznolikim statusom. Tijekom protekloga vremena, bez obzira na način i metode ulaženja nešumarskih djelatnosti u sas-

tav bivših šumarskih poduzeća, stvorena je manja ili veća međusobna povezanost rada i djelovanja nešumarskih radnih jedinica s osnovnim djelatnostima uzgajanja i korištenja šuma. One su prema temeljnim ciljevima i tehnologiji međusobno bile u potpunosti nerazdružive, ali su po upravljačkom i rukovodnom načelu na različite načine bile združivane. Stoga je potrebno u nadolazećem vremenu iz temeljnih šumarskih djelatnosti izdvojiti sve nešumarske djelatnosti, a samim time afirmirati sve šumarske djelatnosti, pa i samu šumarsku znanost, struku i praksu.

Šumarstvo je na ovim prostorima dugi niz godina trpjelo česte i nesvrhovite reorganizacije te se razvijalo neujednačeno i s različitim materijalnom i kadrovskom osnovom. Sve je to uvjetovalo da pojedina područja imaju različitu razvijenost i sadržaje, te ih kao takva treba prihvatiti u budućoj organizaciji šumarstva Federacije BiH.

Osim golemih šteta na našim šumama, poslovnim i stambenim objektima, mostovima, rasadnicima i drugim proizvodnim objektima, ratnim pljačkama i razaranjima uništena su i nestala brojna sredstva za rad. Nepostojanjem tržišnih konkurentskih odnosa naše je šumarstvo bez svojih sredstava za rad izloženo ucjenama i visokim cijenama usluga. S obzirom na velike ratne štete, kao i na sadašnje mogućnosti i interese, u nadolazećem razdoblju trebalo bi sanirati, rekonstruirati i izgraditi nove objekte te nabaviti nova sredstva za rad potrebna za izvršavanje proizvodnih planova. Da bi se to i postiglo, bit će potrebno uz vlastita sredstva šumarskih poduzeća koristiti i kredite banaka za obnovu i rekonstrukciju sukladno propisima o financiranju obnove i rekonstrukcije Federacije BiH.

Stoga su aktualni zadaci i vizija promjena gospodarenja šumama sljedeći:

- Šumarstvo kao specifična gospodarska djelatnost ne podnosi često reorganiziranje, već zahtijeva stalnost organizacije, koju treba neprekidno poboljšavati bez preustrojavanja i usavršavanja unutarnje organiziranosti, što u konačnici jamči napredak i učinkovitost šumarskih poduzeća.
- Šumarstvo ovoga prostora prolazilo je desetljećima česte i brojne, uobičajeno nesvrhovite reorganizacije, što nužno treba izbjeći dobrim i pogodnim izborom organizacije upravljanja i gospodarenja šumama.
- Regionalna zatvorenost, uz prekomjernu zahtjevnost prema šumi dovela je šumarstvo Federacije BiH do neujednačenoga razvoja i različitoga, najčešće nepovoljnoga stanja šuma, te je u idućem razdoblju potrebno promijeniti dosadašnji odnos.

- Prerađivačka drvnoindustrijska postrojenja izgrađena su i dimenzionirana iznad mogućnosti naših šuma za njihovo podmirenje drvom, za što u sljedećem razdoblju nužno treba dati odgovarajuća rješenja.
- Šume na kršu bile su neprekidno zanemarivane, a njihova uloga držana je najmanje šumarskom, što u ubuduće treba promijeniti posebice zato što šume na kršu imaju neprocjenjive vrijednosti za ukupan život ljudi i gospodarstva na tim prostorima.
- Nesigurnost privatnoga vlasništva, u pravilu sitnoga šumoposjeda, dovela je privatne šume do ruba gospodarske opstojnosti. Stoga sve šume bez obzira na vlasništvo trebaju imati istu vrijednost i isti odnos u svim pitanjima.
- Razvoj industrije, kemije i poljoprivrede na ovom području, kao i u širem okruženju, štetno se odražava na stabilnost šumskih ekosustava, a rast i razvoj šuma je dugogodišnji biološki proces uz vrlo veliku osjetljivost na utjecaj biofizičkih i abiotičkih čimbenika. Tim će pitanjima trebati pridati posebnu pozornost nastojeći da Federacija BiH verificira sve međunarodne konvencije, povelje, deklaracije i dr. u svezi sa šumom i zaštitom životnoga okoliša.
- Razumna se šumarska politika svugdje i uvijek treba oslanjati na promišljeni stručni rad i neprekidna godišnja ulaganja na dulje vrijeme. Stoga ovomu prostoru predstoji u idućem razdoblju konzistentno definiranje šumarske politike i strategije razvoja, čime bi se značajno unaprijedilo gospodarjenje i upravljanje šumama.

3.2. Aktualni zadaci šumarstva i drvne industrije te vizija promjena

Sadašnje nepovoljno stanje u našem šumarstvu rezultat je djelovanja brojnih čimbenika unutar i izvan drvnoga kompleksa. Stoga se izlaz iz sadašnjih teškoća ne može ostvariti djelomičnim rješavanjem pojedinih problema samo u šumarstvu. Razvojni ciljevi i programi u šumarstvu ne mogu se rješavati bez istodobnoga rješavanja ekonomskih odnosa šumarstva i prerade drva, bez odgovarajuće suvremene organizacije šumarstva, bez restrukturiranja i privatiziranja poduzeća za preradu drva, bez odgovarajućih sustavnih zakonskih rješenja, ni bez odgovarajuće političke akcije. Za dobivanje uvida u stanje naših šuma i našega šumarstva treba se globalno osvrnuti na neke značajnije činjenice polazeći od općih karakteristika šumarstva, proizvodnje šumskih drvnih proizvoda, plasmana šumskih drvnih proizvoda, bespravnih sječa, pilana u društvenom (državnom) vlasništvu, pokretnih pilana u okviru nekih šumarskih poduzeća i rješavanja zajedničke imovine šumarstva i prerade drva odnosno drvnoga

kompleksa. Posebnu pozornost treba dati postupku i načinu rješavanja razdvajanja šumarstva od prerade drva s obzirom na to da su dosada djelovali spojeno u istim poduzećima na načelima dohodovnih odnosa. Šumarstvo sa svojim širokim spektrom općekorisnih funkcija te gospodarskih funkcija, u koje se ubraja i proizvodnja drvne sirovine, te prerada drva, kao većinski korisnik drva u industrijskoj preradi, imaju brojne točke dodira i zajedničke interese. Naime, temelj njihovih međuodnosa je u činjenici da šumarstvo ostvaruje glavninu svojih prihoda od prodaje drva, a primarna prerada drva većinu svoje proizvodnje temelji na domaćim potencijalima opskrbe sirovinom. Trajni međuodnos šumarstva i primarne prerade drva polazi od činjenice da proizvodnja drva nije u suprotnosti s ispunjavanjem zadaća za općekorisne funkcije šuma.

Prerada drva iskazuje potrebu za interesnim područjima koja skrbe:

- za sigurni, kontinuirani i potrajni izvor drva određene kakvoće
- za optimalni odnos kakvoće i cijene koji osigurava tržišnu konkurentnost primarne prerade drva
- za unaprijed poznate uvjete kupnje sirovine
- za dugoročnu sigurnost opskrbe drvnom sirovinom.

S druge strane šumarstvo ističe svoje interese u odnosu na preradu drva u sljedećem:

- da ima stalne i sigurne kupce drvne sirovine
- da je djelatnost prerade tako strukturirana da može preraditi sve vrste i sortimente drvnih sirovina
- da može plaćati konkurentne cijene i u prihvatljivim rokovima.

Na temelju istaknutih stajališta moguće je iz jedinstva i razlike u interesima dati, voditi i usuglašavati i razvojnu i poslovnu politiku šumarstva i prerade drva, koja bi svim stranama osigurala optimalne učinke.

Stoga u idućem razdoblju tijekom proizvodnje i prerade drvne sirovine iz domaćih potencijala treba nastojati:

A) u preradi drva:

- osposobiti preradbene kapacitete za racionalnu i profitabilnu preradu svih vrsta i sortimenata drvne sirovine
- oposobiti preradbene kapacitete za kupnju svih vrsta i sortimenata po konkurentnim cijenama i uvjetima
- osposobiti preradbene kapacitete za konkurentnost na tržištu prodaje proizvoda od drva.

B) u šumarstvu:

- povećati proizvodnju drva pogodnoga za industrijsku preradu

- godišnju proizvodnju sortimenata uskladiti s preradom drva glede vremena izrade i termina isporuke
- poticati i podržavati nove načine prerade drva manje vrijednih vrsta i sortimenata atraktivnim cijenama i prodajnim uvjetima
- težiti što potpunijemu i optimalnijemu opskrbljivanju pogona za preradu drva sirovinom i sortimentima.

Mjere Vlade Federacije BiH u odnosu na šumarstvo i preradu drva trebaju biti takve da pogoduju afirmiranju njihovih potencijala, korisnosti i značenja za Federaciju BiH.

Promatrajući mogući smjer razvoja šumarstva u sljedećem razdoblju, s punim pravom treba naznačiti da od stupnja razvoja šumarstva izravno ovisi i rad postojećih drvoprerađivačkih postrojenja. Šumski prirodni potencijal kojim raspolaže Federacija BiH, kako u proteklom tako i u budućem razdoblju, predstavlja značajan čimbenik u njezinu ukupnom razvoju. Iako je znatan udio šuma u ukupnoj površini Federacije BiH, bitno je naznačiti da je struktura šuma nepovoljna glede visokoga udjela šuma panjača, goleti sposobnih za pošumljavanje i neproizvodnih površina u ukupnoj površini šuma. Stoga bez obzira što imamo veliko prostranstvo pod šumama, podaci pokazuju da su struktura šuma, struktura šumskoga fonda, kao i godišnji etat nepovoljni zbog visokoga udjela drva listača koje imaju velik udio drva loše kakvoće u ukupnom drvu. Ovdje treba imati na umu i činjenicu da se prirodni šumski potencijali najvećim dijelom nalaze na nerazvijenim područjima Federacije BiH, zbog čega šume imaju još veće značenje.

Polazeći od realnih proizvodnih mogućnosti naših šuma, ne može se u dogledno vrijeme očekivati da postojeći kapaciteti primarne prerade drva odnosno pilane budu optimalno opskrbljivane drvnom sirovinom za piljenje, a to se posebice odnosi na drvnu sirovinu četinjača zbog činjenice da se privatne pilane isključivo bave njihovim prorezivanjem. Na činjenicu prekapacitiranosti postrojenja za primarnu preradu drva daleko iznad proizvodnih mogućnosti šuma već je mnogo puta ukazivano, kao i na činjenicu da se njihovim rekonstruiranjem i moderniziranjem ne povećavaju postojeći kapaciteti, posebice zato što je tijekom rata i u poraću podignuto mnogo pilana u privatnom vlasništvu, od kojih većina ne ispunjava elementarne tehničko-tehnološke uvjete za rad. U idućem razdoblju o naznačenim odnosima i zadaćama šumarska znanost i praksa trebaju voditi posebnu brigu i ponuditi optimalna rješenja.

3.3. Vizija promjena koje se nameću drugačijim zadaćama gospodarenja šumama

U današnjim vrlo složenim, ekološkim, gospodarskim i društvenim odnosima u nas i u svijetu izrazito prevladavaju pojave koje negativno utječu na šume. Rezultat su takvih utjecaja vidljivi i na našim šumama, koje gube stabilnost i proizvodnost, te se trajno povlače s pojedinih stoljetnih staništa. Analiza postojećega stanja u našem šumarstvu jasno ukazuje i na to da ubuduće šumarstvo treba postići i učiniti pomake osobito na području:

- unapređivanja šumskoga fonda, stanja šuma i strukture šuma
- povećanja otvorenosti šuma i moderniziranja šumskih prometnica
- razvoja postupaka, metoda, organizacije rada i tehničke opremljenosti
- unapređenja pratećih djelatnosti u šumarstvu.

3.4. Vizija promjena koje se nameću u zaštiti šuma

Posebno značenje u očuvanju šuma ima njihova sustavna zaštita kroz utvrđivanje smjernica za potrajno gospodarenje šumama. Integralna zaštita šuma treba biti temeljena na općim smjernicama za potrajno gospodarenje šumama i na općim smjernicama za zaštitu biološke raznolikosti šuma. Cilj stvaranja usklađenih smjernica za potrajno gospodarenje šumama temelji se na šest kriterija:

- održavanje i pravilno korištenje šumskih resursa i njihov doprinos globalnim ugljičnim ciklusima
- održavanje zdravlja i vitalnosti šumskih ekosustava
- održavanje i poticanje proizvodnih funkcija šuma (drvnih i općih)
- održavanje, zaštita i povećanje biološke raznolikosti u šumskim ekosustavima
- održavanje i odgovarajuće poticanje zaštitnih funkcija u gospodarenju šumama (posebice tla i vode)
- održavanje ostalih društveno-ekonomskih funkcija i uvjeta.

Potrajnost u šumskom gospodarstvu ne smije biti usmjerena samo na drvo i ostale brojne proizvode nego na cjelokupni spektar funkcija šumskih ekosustava. Ispravan šumarski pristup potrajnosti uključuje održavanje raznolikosti vrsta, genetsku raznolikost, prostornu i vremensku raznolikost u strukturi, održavanje zaštite hidrologije tla i klime, održavanje prirodne plodnosti tla, zdravlja i proizvodnosti šuma gdje je moguća i njihova prirodna obnova te sposobnost šuma da zadovolje ljudske fizičke i duhovne zahtjeve. Stoga su sve šumske funkcije važne za društvo, a one trebaju biti kombinirane koliko je god

to moguće zastupajući gospodarenje šumama koje uključuje višefunkcionalnost održavanja ekosustava povećavajući njihovu biološku raznolikost. Međutim, mogu se pojaviti specijalni uvjeti za šume ili u društvenim okolnostima koje zahtijevaju prioritete za neke od funkcija šuma. Prioritet koji se daje nekoj određenoj funkciji ne bi smio uzrokovati raspad potencijala ostalih funkcija. Prirodne su šume nezamjenjivi laboratorij za istraživanja. Sve preostale prirodne šume treba sačuvati od prekomjernoga iskorištavanja drva, a nove površine treba osigurati za sve tipove šumske vegetacije kako bi se pratile u razvoju bez utjecaja čovjeka.

3.5. Vizija ekološkoga gospodarenja šumama

Uporaba je i prilagodba ekoloških procesa u gospodarenju šumama esencijalno sredstvo za racionalno i profitabilno gospodarenje. Sve aktivnosti u šumama trebaju slijediti prirodne šumske procese. To bi isto trebalo da važi i za pošumljavanje i restauriranje degradiranih šuma (konverzija). Pri tome je potrebno imitirati strukturu i dinamiku prirodnih šuma kako bi se, ako je to ikako moguće, osigurala potrajnost i profitabilna produkcija. U šumarstvu se konačno moraju odbaciti takvi odnosi prema šumama slično ubiranju ljetine u poljodjelstvu. Gospodarenje prirodnim šumama primjenjivo je za sve vrste drveća i može otpočeti u svim fazama razvoja sastojina. Potrajnost svih funkcija, uključujući i proizvodnju drva i izvlačenje drva iz prirodnih šuma, može se dobro planirati i kontrolirati uporabom odgovarajućih šumskogospodarskih postupaka i tehnoloških procesa.

4. Zaključak

Iz svega naznačenoga, a u svezi aktualnih zadataka i vizije promjena koje se nameću drugačijim zadacima gospodarenja šumama u Federaciji BiH, potrebno je naznačiti sljedeće zaključke:

- Aktualni su zadaci i vizija promjena koje se nameću drugačijim zadacima gospodarenja šumama u Federaciji BiH bremeniti mnogobrojnim otvorenim pitanjima na koja šumarska znanost, struka i praksa trebaju dati žurne odgovore i optimalna rješenja.
- Upravljanje je i gospodarenje šumama još uvijek opterećeno ostacima totalitarnih društvenih odnosa socijalističkoga samoupravljanja, dogovornom ekonomijom, spregnutim dohodovnim odnosima šumarstva i primarne prerade drva, nefunkcionalnom i neučinkovitom organizacijom upravljanja i gospodarenja šumama, zastarjelom i nedostatnom šumskom mehanizacijom i opremom te nedostatnom devastiranom šumskom infrastrukturom. Sve to treba što prije ispraviti i ispravno postaviti iznalaženjem optimalnih i dobro odabranih rješenja.
- Najaktualnija je zadaća u izgradnji pravilnih odnosa i ispravne svijesti svih ljudi prema šumi kao općem i neprocjenjivom blagu kroz istodobni preustroj šumarstva na tržišnim principima.
- Treba žurno dovršiti izradu i donošenje modernoga i suvremenog Zakona o šumama, a organizaciju upravljanja i gospodarenja šumama prilagoditi realnim okvirima učinkovitoga i funkcionalnoga samoodrživoga i potrajnoga gospodarenja šumama.
- Treba žurno izraditi dugoročnu strategiju šumarstva kao nužni putokaz budućih odnosa u gospodarenju šumama kroz očuvanje prirodnih samobnovljivih i potrajnih šumskih sastojina, dajući prednost općekorisnim nad gospodarskim funkcijama šuma.
- Potrebna je nova prostorna i gospodarska podjela šuma uz provedbu nove inventarizacije šuma na temelju koje treba izraditi nove šumskogospodarske osnove uz naglasak na smanjivanje predratnoga opsega sječa šuma i stavljanjem u prvi plan ostvarivanje mogućnosti zaštite prirodnih šuma za drugačije dugoročne zadaće gospodarenja šumama skladno sa svim europskim i svjetskim poveljama, konvencijama i deklaracijama o šumama te uvođenjem suvremenih znanstvenih i stručnih metoda u provođenju inventure šuma.
- Šumarstvo kao specifična gospodarska djelatnost ne podnosi česte reorganizacije, već zahtijeva stalnost organizacije koju treba neprekidno poboljšavati preustrojanjem i usavršavanjem unutarnje organiziranosti, što u konačnici jamči napredak i učinkovitost upravljanja i gospodarenja šumama.
- Regionalna je zatvorenost šumarstva Federacije BiH, uz prekomjernu zahtjevnost prema šumi, dovela do neujednačenoga razvoja i raznolikoga, najčešće nepovoljnoga stanja šuma.
- Postrojenja su primarne prerade drva prekapacitirana i izgrađena iznad mogućnosti naših šuma za njihovo podmirivanje drvnom sirovinom, pri čemu treba primjenjivati takve mjere koje će pogodovati optimiranju potencijala, korisnosti i značenja u odnosima šumarstva i primarne prerade drva.
- Šume su na kršu neprekidno zanemarivane, njihova je uloga neopravdano držana najmanje šumarskom, iako one, bez dvojbi, imaju neprocjenjive vrijednosti za ukupan život ljudi i gospodarstva tih područja.
- Nesigurnost je privatnoga vlasništva, uglavnom sitnoga šumoposjeda, dovela privatne šume do ruba gospodarske opstojnosti, što pokazuje da ubuduće sve šume bez obzira na vlasništvo moraju imati isto upravljanje, gospodarenje i vrijednost.

- Uspješno je gospodarenje šumama moguće ostvarivanjem četiriju odvojenih zadataka, i to kroz vlasništvo, nadležnost, menadžment i nadzor.
- Integralnu je zaštitu šuma moguće ostvariti utvrđivanjem smjernica za potrajno gospodarenje šumama koje se temelje na općim smjernicama za zaštitu biološke raznolikosti šuma.
- Ekološko je gospodarenje šumama nužno potrebno i moguće uporabom i prilagodbom ekoloških procesa u šumskom gospodarenju kao esencijalnoga sredstva za racionalno i profitabilno gospodarenje uz primjenu prirodnih šumskih procesa i osiguravanja potrajnosti i profitabilnosti proizvodnje.

5. Literatura

- Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, 1996: Zbornik radova Savjetovanja »Šumarstvo u BiH«, Sarajevo.
- Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, 1997: Zbornik radova Savjetovanja »Šumarstvo Federacije BiH«, Sarajevo.
- Kopčić, I., i dr., 1971: Razvoj šumarstva u SR BiH za period od 1971 – 2005. godine. Institut za šumarstvo, Sarajevo.
- Matić, V., i dr., 1965: Stanje šuma u SR BiH prema inventarizaciji 1964 – 1965. godine. Institut za šumarstvo, Sarajevo.
- Matić, V., i dr., 1968: Inventura šuma 1964 – 1968. Sarajevo.
- Matić, V., 1977: Metodika izrade šumskoprivrednih osnova za šume u društvenoj svojini na području BiH. Sarajevo.
- Rauš, Đ., 1991: Zaštita prirode i čovjekova okoliša. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Sabadi, R., 1992: Šumarska politika. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1994: Načela za tvorbu konzistentne šumarske politike. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1994: Prilog povijesti šumarstva i šumarske politike. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1996: Šumarstvo i drvna privreda SR Njemačke. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1996: Talijansko šumarstvo i prerada drva. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1997: Švicarska – pregled šumarstva i prerade drva. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Sabadi, R., 1997: Vrednovanje šuma u njihovoj ukupnosti. »Hrvatske šume«, p. o. Zagreb.
- Statistički godišnjak SR BiH 1992. godine. Sarajevo.
- Stefanović, V., 1983: Ekološko vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebno izdanje, br. 17, Sarajevo.
- Šume i prerada drveta ex Jugoslavije. Savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta, Beograd, 1986, str. 169–177.
- Vratarić, P., 1993: Šumarstvo i prerada drva u Republici Hrvatskoj. »Hrvatske šume«, p.o. Zagreb.

Adresa autora:

Augustin Meštrović
Ministarstvo poljoprivrede, vodnoga
gospodarstva i šumarstva
Hamdije Kreševljakovića 3
71000 Sarajevo
BOSNA I HERCEGOVINA
e-mail: augustin.mestrovic@hrsume.hr

U znak zahvalnosti za četrdesetogodišnju suradnju ovaj rad posvećujem uspomeni na mjeriteljskoga kolegu Vojislava Begu (1923 – 1999). – Autor

Tvorba decimalnih i binarnih mjernih jedinica¹

Marijan Brezinšćak

Nacrtak

U radu se donose jednadžbe i obrasci koji uobličuju jednoznačne tvorbe vrijednosti, naziva i znakova decimalnih i binarnih mjernih jedinica. Osobita je pozornost posvećena tvorbi hrvatskih naziva za složene mjerne jedinice.

Ključne riječi: mjerne jedinice, decimalne jedinice, binarne jedinice, tvorba hrvatskih jediničnih naziva

1. Dvoznačna uporaba jediničnih predmetaka

Jedinične predmetke deci ($0,1 = 1/10$), centi ($0,01 = 1/100$) i mili ($0,001 = 1/1000$) francuski je zakon propisao 1793. godine, prije puna dva stoljeća. Dvije godine poslije uveo je predmetke hekto (100) i kilo (1000). Ostalih 15 jediničnih predmetaka uvele su međunarodne normacijske organizacije, međunarodni sporazumi i državni zakoni između 1870. i 1991. godine [11]. Svih je 20 predmetaka definirano *jednoznačno* [6, 7, 8, 11, 30, 31, 34, 35, 37], tj. definirana su tri njihova obilježja: vrijednost, naziv i znak (tablice 1 i 2).

Četrdesetih godina 20. stoljeća pojavila se u elektroničkoj obradi podataka informatička jedinica *bit*, a šezdesetih godina jedinica *bajt*. Bit je naziv za broj jedan kad se njime iskazuje brojnost (množina) mogućih alternativnih odluka (*da* ili *ne*, 0 ili 1) binarnog sustava. To je, na primjer, informacijski sadržaj poruke ili računala, memorijski kapacitet, kraće: memorija. Jedinični naziv *bit* (znak: bit) dolazi od engleskih riječi *binary digit* (= binarna brojka). Osam puta veća jedinica zove se *bajt* (tako se približno izgovara engleski, a piše se *byte*), dakle $\text{bajt} = 2^3 \text{ bit} = 8$

bit. Engleski jedinični naziv *byte* (najčešći znak: B) načinjen je početkom šezdesetih godina od triju riječi: *binary*, *digit*, *bite*.

S razvojem računalnih sustava nastala je potreba da se informacijski sadržaji iskazuju mnogo većim jedinicama nego što su bit i bajt. Budući da je sustav binaran, a ne decimalan, višekratne se brojevine jedinice tvore od jedinica bit i bajt s pomoću višekratnika $N = 2^r$. Odabere li se $r = 10$, dobiva se $2^{10} = 1024$. Povodeći se za stoljetnom tvorbom decimalnih mjernih jedinica, računalna je tehnika zajedno s računalnom industrijom tomu binarnom predmetku dala isti naziv *kilo*, ali znak K (veliko slovo!).

Budući da u tom području sve ide brzo, jedinični je naziv *kilobajt* (znak: KB) u značenju 1024 bajta uskoro preplavio čitav svijet. Rođena je predmetkovna *dvoznačnost*: predmetak *kilo* znači 1000 (kilometar, km), ali znači i 1024 (kilobajt, KB)! Zatim se dvoznačnost proširila: *mega* znači 10^6 (megavat, MW), ali znači i $1,049 \cdot 10^6$ (megabajt, MB), *giga* znači 10^9 (gigavatsat, GWh), ali znači i $1,099 \cdot 10^9$ (gigabajt, GB) itd. Nastala je i traje *zbrka*, narušeno je temeljno pravilo valjana normiranja mjernih jedinica: *svaka jedinica treba imati samo jednu vrijednost, samo jedan naziv i samo jedan znak*.

¹ Urednička napomena: Ova je studija priređena za zbornik radova međunarodnoga savjetovanja *Iskrsli problemi u iskorištavanju šuma i promijena tehnologija na kraju stoljeća* održanog od 27. rujna do 1. listopada 1999. godine u Opatiji. Uredništvo je sa zadovoljstvom dopustilo autoru objavu studije u Mjeriteljskom vjesniku 18 (2000) 1–2: 3568–3586.

Hrvatski se jedinični zakon (1993) ne bavi jedinicom bit i bajt. Njima se nisu bavili ni prethodni, jugoslavenski zakoni [37]. Ne sadrži ih ni mjerodavna odrednica Evropske unije (1971... 1999). Jedinicu *bit* spominje njemačka norma DIN 1982. godine, ali ne kao mjernu jedinicu, nego kao naziv i znak »sličan nazivima i znakovima jedinica«, engleski: »names and symbols analogous to units« [26]. Međunarodna elektrotehnička komisija (CEI/IEC), najveća svjetska normirna organizacija u elektrotehnici i elektronici, spominje 1983. godine [22] jedinicu *bit* u napomeni uz jedinice šanon (shannon) i hartli (hartley): »In data transmission, the unit *bit* is used with the symbol *bit*, and the unit *baud* with the symbol *Bd*.« Pritom se poziva na praksu udruge ITU – International Telecommunication Union.

Tijela međudržavnoga *Dogovora o metru* nisu se bavila informatičkim jedinicama sve do veljače 1995. godine. Tada je *Savjetodavni odbor za jedinice* (CCU) [12] potvrdio da su jedinični predmeci kilo, mega, giga, tera itd. isključivo potencije broja deset, a nipošto potencije broja 2 [24]. CCU je izrijeком naveo primjer da »un kilooctet représente 1000 octets et non 1024 octets«, odnosno na engleskom: »one kilobyte represents 1000 bytes and not 1024 bytes« [24, str. 15, 48]. Francuski naziv *octet* znači isto što i engleski *byte* (hrv. *osmak*). CCU je osim toga svojemu nadređenomu tijelu, Međunarodnomu odboru za mjere i utege (CIPM),

uputio Preporuku U1(1995) kojom opisuje nastalu zbrku i podsjeća da predmeci predstavljaju isključivo potencije broja deset te poziva Međunarodnu elektrotehničku komisiju da za informacijsku tehniku predloži nazive i znakove binarnih predmetaka. CIPM je zasjedao početkom listopada 1995. godine i nije prihvatio Preporuku U1(1995) Savjetodavnoga odbora za jedinice. U odbijenici bezvoljno piše: »... the view of the CIPM was that it is now too late to influence the world of information technology and it decided to take no action in the matter« [25, str. 124].

Stjecajem okolnosti CCU je već u proljeće 1996. godine imao sljedeće zasjedanje [20]. Ostavši na stajalištu svoje Preporuke U1(1995), CCU je Međunarodnomu odboru za mjere i utege (CIPM) napisao novu, osmišljeniju preporuku. U mjerodavnom jeziku njezin je naslov *Recommendation U1(1996): Multiples de deux pour les unités utilisées dans les techniques informatiques* [20, str. 29]. Na susjednoj se stranici reproducira njezin engleski prijevod [20, str. 63]. U rujnu 1996. godine CIPM je Preporuku U1(1996) prihvatio kao svoju Preporuku 2(CI – 1996) [23, str. 30 (fr.), 146 (en.)]. Potvrdivši njome da »uporaba predmetaka kilo, mega i giga za označivanje potencija s osnovicom dva, tj. 2^{10} , 2^{20} i 2^{30} , nastavlja činiti zbrku«, Međunarodni odbor u preporuci kaže i ovo: »... CIPM support the efforts of the IEC to find agreed names and symbols for prefixes denoting pow-

**Recommendation U 1 (1996):
Binary multiples of units used in information technology**

The Consultative Committee for Units,

considering

- that the *Conférence Générale des Poids et Mesures* has adopted a series of prefixes to be used in forming the decimal multiples and sub-multiples of SI units,
- that there is an increasing need in information technology to express multiples of units such as the bit and byte,
- that the use of the SI prefixes in information technology to express binary multiples of such units leads to confusion,

recalling that the SI prefixes represent strictly powers of ten,

noting that work is under way, notably within the International Electrotechnical Commission (IEC) but also in other organizations, aimed at finding alternative ways of expressing binary multiples,

strongly supports the IEC in its efforts to reach agreement on names and symbols for prefixes denoting powers of two for use in information technology world-wide.

ers of 2 for use in information technology.« S tom podrškom krovna izvršna tijela Dogovora o metru, uz potporu vodeće svjetske normirne organizacije ISO i Institute of electrical and electronic engineers (IEEE; USA), Međunarodna je elektrotehnička komisija IEC 1999. godine objavila jednoznačnu međunarodnu normu [1] binarnoga nazivlja i znakovlja (v. poglavlje 3).

Na zasjedanju CCU 1998. godine izvijestio je o stanju radova u IEC A. J. Thor, pročelnik strukovnog odbora ISO/TC 12: »IEC je ušao u završno glasovanje o prihvatu naziva i znakova za binarne višekratnike. Pritom se znak sastoji od uspravnoga velikog slova za kojim slijedi malo slovo "i", na primjer znak Ki za 2^{10} « [21].

2. Tvorba decimalnih mjernih jedinica

Poučena dvostoljetnim iskustvom čovječanstva, Međunarodna normacijska organizacija ISO preporučuje [31] da se vrijednosti mjernih veličina u pravilu iskazuju tako da brojna vrijednost bude u ras-

ponu između 0,1 i 1000. To se postiže *slobodnim izborom* prikladne mjerne jedinice za svaki određeni primjer. Poštujući to pravilo, ne ćemo snagu P automobilskeg motora iskazivati kao $5 \cdot 10^4$ W ili kao 50 000 W, nego u obliku 50 kW. Snagu elektrane opisat ćemo iskazom 620 MW, a ne iskazom $62 \cdot 10^7$ W ili 620 000 kW ili čak iskazom 620 000 000 W. Slovo W označuje jedinicu za snagu vat (izvorno: watt) u Međunarodnom jediničnom sustavu (SI). Jedinice kilovat (znak: kW) i megavat (MW) dvije su od dvadeset raspoloživih zakonitih *decimalnih jedinica* za snagu. Vrijednost im je definirana ovako: kW = 10^3 · W = 10^3 W i MW = 10^6 · W = 10^6 W. Iz tih je primjera očividno zašto se zovu *decimalne jedinice*. Podrijetlo je latinsko: *decem* znači deset, a *decimus* deseti; otuda i naziv *decimalni sustav*.

Bitne podloge za tvorbu zakonitih decimalnih mjernih jedinica sadrže tablice 1 i 2. Latinsko, grčko, dansko i talijansko podrijetlo jediničnih predmeta opisano je u radu [11]. Povijest jediničnih predmeta opisuje udžbenik [7] i članak [10]. Dodatna međunarodna pravila za tvorbu decimalnih jedinica

Tablica 1. Vrijednosti i nazivi jediničnih množilaca N te nazivi i znakovi pripadnih zakonitih predmeta [37] za tvorbu decimalnih mjernih jedinica. Stupci sadrže: 1 - potencije broja deset, 2 - decimalne brojeve, 3 - brojne nazive, 4 - predmetkovne nazive, 5 - predmetkovne znakove

1	2	3	4	5
Deset međunarodno normiranih jediničnih množilaca N većih od broja jedan:				
10^1	10	deset	deka	da
10^2	100	sto	hekto	h
10^3	1 000	tisuća	kilo	k
10^6	1 000 000	milijun	mega	M
10^9	1 000 000 000	milijarda	giga	G
10^{12}	1 000 000 000 000	bilijun	tera	T
10^{15}	1 000 000 000 000 000	bilijarda	peta	P
10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	trilijun	eksa	E
10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000	trilijarda	zeta	Z
10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000	kvadrilijun	jota	Y
Deset međunarodno normiranih jediničnih množilaca N manjih od broja jedan:				
10^{-1}	0,1	desetinka	deci	d
10^{-2}	0,01	stotinka	centi	c
10^{-3}	0,001	tisućinka	milli	m
10^{-6}	0,000 001	milijuntinka	micro	μ
10^{-9}	0,000 000 001	milijardinka	nano	n
10^{-12}	0,000 000 000 001	bilijuntinka	pico	p
10^{-15}	0,000 000 000 000 001	bilijardinka	femto	f
10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001	trilijuntinka	ato	a
10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001	trilijardinka	zepto	z

Tablica 2. Tvorba decimalne jedinice po načelu $D = N \times J$ i tvorba njezina naziva sraščivanjem $D = N + J$. Slova označuju: D – decimalnu jedinicu, N – množilac (predmetak), J – tvorbenu (polaznu) mjernu jedinicu

Množilac		Naziv predmetka		Decimalna jedinica		Napomena
Broj	Znak	Hrvatski	Francuski	Primjer	Izgovor	
Množioci N veći od broja 1 (višekratnici):						
10^1	da	deka	déca	dag = 10 g	dekagram	
10^2	h	hekto	hecto	hL = 100 L	hektolitra	
10^3	k	kilo	kilo	kW = 1000 W	kilovat	(a)
10^6	M	mega	méga	MBq = 10^6 Bq	megabekerel	(b)
10^9	G	giga	giga	GPa = 10^9 Pa	gigapaskal	(c)
10^{12}	T	tera	téra	TWh = 10^{12} Wh	teravatsat	(d)
10^{15}	P	peta	peta	Pm = 10^{15} m	petametar	(e)
10^{18}	E	eksa	exa	EJ = 10^{18} J	eksadžul	(f)
10^{21}	Z	zeta	zetta	Zg = 10^{21} g	zetagram	(g)
10^{24}	Y	jota	yotta	Yg = 10^{24} g	jotagram	(h)
Množioci N manji od broja 1:						
10^{-1}	d	deci	déci	dL = 0,1 L	decilitra	
10^{-2}	c	centi	centi	cm = 0,01 m	centimetar	
10^{-3}	m	mili	milli	mbar = 10^{-3} bar	milibar	(i)
10^{-6}	μ	mikro	micro	μ rad = 10^{-6} rad	mikroradijan	(j)
10^{-9}	n	nano	nano	nm = 10^{-9} m	nanometar	(k)
10^{-12}	p	piko	pico	pF = 10^{-12} F	pikofarad	
10^{-15}	f	femto	femto	fm = 10^{-15} m	fentometar	
10^{-18}	a	ato	atto	aC = 10^{-18} C	atokulon	(l)
10^{-21}	z	zepto	zepto	zmol = 10^{-21} mol	zeptomol	(m)
10^{-24}	y	jokto	yocto	yg = 10^{-24} g	joktogram	(n)

Napomene uz decimalne jedinice u tablici 2: **(a)** Snaga je suvremenoga osobnoga automobila 45 do 90 kilovata; **(b)** Prilikom snimanja mozga jednofotonska tomografija započinje desetak minuta nakon intravenske injekcije tehnecijeva radioizotopa aktivnosti 740 do 1110 megabekerela; **(c)** Ispitni stroj drobi uzorak tlakom većim od jednoga gigapaskala (= deset tisuća bara); **(d)** Nuklearna bi elektrana Krško, da neprekidno radi punom snagom, proizvela za godinu dana oko 5,4 teravatsata električne energije; **(e)** Tijekom godine dana svjetlost prijeđe u praznini udaljenost od 9,46 petametara; **(f)** U Hrvatskoj je 1996. godine proizvedeno oko 0,22 eksadžula primarne energije; **(g)** Ledena bi kocka s bridom dugim 100 kilometara imala masu jedan zetagram; **(h)** Masa je Zemlje oko 6 jotagrama; **(i)** Zračni se tlak koleba između 980 i 1040 milibara (mbar = hPa); **(j)** Petina kutne sekunde približno je jednaka jedan mikroradijan; **(k)** Atomi čvrstoga tijela međusobno su udaljeni desetinku nanometra; **(l)** Električni je naboj elektrona 0,16 atokulona; **(m)** Nepredočivo maleni grumen tvari što ga čine 602 molekule ima množinu jedan zeptomol; **(n)** Masa najlakšega, vodikova atoma iznosi 1,67 joktograma.

navedena su u enciklopedijskom članku [8]. Prvo od njih kaže da se za tvorbu decimalne jedinice može upotrijebiti svaki od 20 predmetaka, ali samo jedan. To pravilo propisuje i hrvatski zakon [37].

Decimalne se jedinice tvore prema međunarodnim pravilima [6, 7, 8, 30, 31, 37]. Tvore se najmanje tri obilježja decimalne mjerne jedinice: vrijednost, naziv, znak, i to prema istovrsnim obilježjima tvorbene (polazne) jedinice J . Mjerna jedinica inače ima ova obilježja [9]: pripadnost mjernoj veličini, vrijednost ili/i definiciju, naziv, znak, podrijetlo, (ne)zakonitost, uporabnu ograničenost (vremensku ili/i područnu) te možebitni drugi naziv ili/i drugi znak.

Vrijednost svake decimalne (desetne, desetične) jedinice D određuje se općim umnoškom

$$N \cdot J = D. \quad (1)$$

Ovdje slovo N označuje vrijednost bilo kojega od dvadeset normiranih jediničnih množilaca u tablicama 1 i 2, a slovo J označuje tvorbenu jedinicu, onu od koje se u stvarnom primjeru tvori decimalna jedinica D . U naše doba tvorbeni jedinica J najčešće pripada Međunarodnomu jediničnomu sustavu (SI), a katkada je to jedinica koju iznimno dopušta zakon, na primjer tlačna jedinica bar (znak: bar) [37]. Množilac N u jednadžbi (1) izračunava se jednadžbom

$$N = 10^n. \quad (2)$$

Međudržavni dogovori, zakoni i međunarodne norme u naše doba dopuštaju uporabu ovih vrijednosti eksponenta n :

$$n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 6, \pm 9, \pm 12, \pm 15, \pm 18, \pm 21 \text{ i } \pm 24. \quad (3)$$

Naziv decimalne mjerne jedinice *D* tvori se kao sraslica dvaju naziva prema obrascu

$$N + J = D. \quad (4)$$

Ovdje slovo *N* označuje *naziv* međunarodno prihvaćenoga i/ili zakonom određenoga decimalnoga predmetka koji prema tablicama 1 i 2 pripada odgovarajućemu množiocu. Slovo *J* označuje *naziv* tvorbene jedinice, a slovo *D* *naziv* stvorene decimalne jedinice. *Primjer tvorbe naziva*: za *N* = mega i *J* = vat obrazac (4) daje *naziv* decimalne jedinice: *D* = mega + vat = megavat.

Sraslice. Tvorba jediničnih naziva prema obrascu (4) daje *sraslice*, tj. nove riječi nastale sraščivanjem dviju riječi u jednu [4]. Bude li *J* = vat (*W*), a *N* = kilo (*k*), s pomoću (4) nastat će sraslica *D* = *kilovat* (*kW*). U zagradama su jedinični i predmetkovni znakovi. Bude li *J* = vatsat (*Wh*), a *N* = kilo (*k*), nastat će sraslica *D* = *kilovatsat* (*kWh*). Bude li *J* = voltampersat (*VAh*), a *N* = kilo (*k*), dobit ćemo po načelu (4) sraslicu *D* = *kilovoltampersat* (*kVAh*). Tvorba jediničnih sraslica u hrvatskom je zakonodavstvu stalnica i traje od Austro-Ugarske do danas [13]. Ona se vidi i u pravopisu: *gigavatsat*, *kilogrammetar*, *kilovatsat*, *kilovoltamper* [5]. Vidi se i u hrvatskom rječniku stranih riječi [3]: *ampersat*, *kilopondmetar*, *vatsat*, *vatsekunda*, *voltamper* itd. Pokušaji prekidanja te tradicije [18], tj. pisanje u obliku polusloženica *kilovat-sat*, *kilovolt-ampersat* itd. nemaju pravopisnoga oslonca [16, 17], osim ako se osloncem ne smatra dio engleske prakse: *watt-hour*, *kilowatt-hour* [32]. Preostali dio te prakse tvori ovako: *watt hour*, *kilowatt hour*, *newton meter*, *pascal second* (rastavljeno!) [35].

Jedinični nazivi u obliku sraslica uobičajeni su u njemačkom jeziku: *Amperstunde* (*Ah*), *Kilovoltampere* (*kVA*), *Kilowattstunde* (*kWh*) [27]. U francuskome vlada prilično šarenilo: sraslice *voltampère*, *wattheure*, *kilowattheure* [29], rastavljjenice poput *pascal seconde* te polusloženice tipa *pascal-seconde* (*Pa-s*) i *kilowatt-heure* (*kW-h*) [14]. Dosljednu uporabu polusloženica zahtijevaju ruski propisi [19, 34]: *kilogramm-kelvin*, *mikronjuton-metr*, *voljt-ampersat* itd. Češki pravopisi ne dopuštaju [14] javnu uporabu jediničnih polusloženica.

Podržavanje sraslica u hrvatskome osobito je važno zbog naziva decimalnih jedinica, jer njih ima najviše. Ne smije se zaboraviti da se od svake polazne (tvorbene) jedinice može tvoriti dvadeset zakonitih decimalnih jedinica. Ovdje spomenuti primjeri i uočene razlike zapravo su neznatni tvorbeni problemi prema onima na koje se nailazi kad se pokuša usustaviti nazivlje složenih mjernih jedinica, osobito onih koje imaju uza se kakav atribut [9], npr. četvorni, kubni, recipročni, na drugu, na minus drugu itd.

Prijedlog norme [8] prije dvadesetak godina bio je zapravo početak sustavnoga rješavanja. Možda će prošireni prijedlog [17] osjetno poboljšati tvorbenu prozirnost i pravopisnu jednoznačnost.

Znak decimalne mjerne jedinice *D* također se tvori prema obrascu (4). Pritom su slova *N*, *J* i *D* redom: znak odabranoga jediničnoga predmetka (tab. 2), znak odabrane tvorbene jedinice, znak stvorene decimalne mjerne jedinice. *Primjer tvorbe znaka*: Prema obrascu (4) znak se tvori ovako: *k* + *W* = *kW*.

3. Tvorba binarnih mjernih jedinica

Temeljna je informatička mjerna veličina *brojnost*. Njome se iskazuje množina mogućih alternativnih odluka, informatički sadržaj poruka, memorijski kapacitet računala itd. Tijela međudržavne organizacije *Dogovor o metru* (1875) [6, 7, 8] još se ne bave informatičkim jedinicama i veličinama, barem ne toliko mjerodavno kao mjernim jedinicama za duljinu, masu, vrijeme itd. Nailaze, međutim, na probleme višeznačnosti kad informatička brojnost s tim klasičnim veličinama tvori nove veličine, na primjer *brzinu prijenosa* (kroz računalnu mrežu) definiranu omjerom *brojnost/vrijeme*. Toj veličini pripadaju jedinice bit u sekundi (znak: bit/s), bajt u sekundi (znak: B/s) i mnoge druge. Otuda je očividno da je zbrka, nastala zbog *dvoznačnosti jediničnih predmetaka*, čak i veća nego što je spomenuto u prvom poglavlju. Ima, naime, i drugih veličina koje se izvode s pomoću *brojnosti*, a s vremenom će ih biti još više.

U ovom se poglavlju opisuje kako je Međunarodna elektrotehnička komisija IEC normom [1] 1999. godine riješila problem dvoznačnosti informatičkih jedinica za *brojnost*, temeljnu informatičku veličinu u području obrade i prijenosa podataka. Sažetak rješenja sadrže tablice 3 i 4, a vezu između binarnih i decimalnih predmetaka sadrži tablica 5.

Vrijednost, naziv i znak *binarne jedinice* tvore se s pomoću jednadžbe (1) i obrasca (4) što smo ih u drugom poglavlju uveli za tvorbu decimalnih jedinica, samo sada slovo *D* označuje vrijednost binarne jedinice, odnosno njezin naziv, a množilac se *N* ne određuje jednadžbom (2), nego s pomoću binarne definicije

$$N = 2^r. \quad (5)$$

EkspONENT *r* ima samo pozitivne vrijednosti. Binarni (dvojni, dvojčani) množilac *N* uvijek je veći od broja 1, tj. on je isključivo višekratnik (usporedi s tablicama 1 i 2; u njihovim su donjim dijelovima množiocu manji od broja 1). Za sada su dovoljne vrijednosti binarnoga eksponenta:

$$r = 10, 20, 30, 40, 50, 60. \quad (6)$$

Tablica 3. Vrijednosti, nazivi i znakovi binarnih predmetaka za tvorbu binarnih informatičkih jedinica prema međunarodnoj normi IEC, 1999 [1]

Vrijednost binarnoga predmetka	Naziv	Znak
$2^{10} = 1,024 \cdot 10^3$	kibi	Ki
$2^{20} = 1,048\,576 \cdot 10^6$	mebi	Mi
$2^{30} = 1,073\,741\,824 \cdot 10^9$	gibi	Gi
$2^{40} = 1,099\,511\,627\,776 \cdot 10^{12}$	tebi	Ti
$2^{50} = 1,125\,899\,906\,842\,624 \cdot 10^{15}$	pebi	Pi
$2^{60} = 1,152\,921\,504\,606\,846\,976 \cdot 10^{18}$	eksbi	Ei

Nazivi binarnih predmetaka zapisani su u drugom stupcu tablice 3. Tvoreni su sustavno od dva sloga. Prvi slog podsjeća na decimalne predmetke, npr. **me** na *mega*, a drugi slog **bi** pokazuje da je posrijedi binarna tvorba. Tako su nastale sraslice

ki + bi = kibi (Ki), me + bi = mebi (Mi),
gi + bi = gibi (Gi),

te + bi = tebi (Ti), pe + bi = pebi (Pi),
eks + bi = eksbi (Ei).

Znakovi se također sustavno tvore od dva dijela, od dva slova. Prvo je slovo uvijek *veliko* (verzalno), početno slovo naziva decimalnoga predmetka (v. tablice 1 i 2). Drugo je *malo* slovo »i«; ono upućuje na *informatiku*, govori da je riječ o predmetku za informatičku jedinicu, podsjeća na riječ binarni.

Opisano načelo tvorbe naziva i znakova binarnih predmetaka predložio je Studijski odbor 25 CEI/IEC: *Veličine i jedinice*. Pošto je prijedlog dobio po-

Tablica 4. Nazivi, znakovi i vrijednosti binarnih informatičkih jedinica izvedenih od tvorbenih jedinica bit (en. bit, čitaj: bit) i bajt (en. byte, čitaj: bajt)

Naziv	Znak	Vrijednost
Tvorbena jedinica bit (znak: bit)		
kibibit	Kibit	2^{10} bit = 1024 bit
mebibit	Mibit	2^{20} bit = 1024 Kibit
gibibit	Gibit	2^{30} bit = 1024 Mibit
tebibit	Tibit	2^{40} bit = 1024 Gibit
pebibit	Pibit	2^{50} bit = 1024 Tibit
eksbibit	Eibit	2^{60} bit = 1024 Eibit
Tvorbena jedinica bajt (znak: B)		
kibibajt	KiB	2^{10} B = 1024 B
mebibajt	MiB	2^{20} B = 1024 KiB
gibibajt	GiB	2^{30} B = 1024 MiB
tebibajt	TiB	2^{40} B = 1024 GiB
pebibajt	PiB	2^{50} B = 1024 TiB
eksbibajt	EiB	2^{60} B = 1024 PiB

trebnu većinu glasova nacionalnih normirnih organizacija IEC, tvorbena je načelo u siječnju 1999. godine tiskano kao tablica u drugom dijelu dodatka broj 2 međunarodnoj normi CEI/IEC 60027-2 [1]. Te se norme objavljuju dvojezično u istoj publikaciji. Naslovi su spomenute tablice: Article 14 – Préfixes pour les multiples binaires te Clause 14 – Prefixes for binary multiples. Tablica je sastavni dio norme.

Francuski su binarni predmeci (usp. tab. 3): kibi, mébi, gibi, tébi, pébi, exbi. Odbacimo li naglasne znakove, ostaju nazivi na engleskome. Znakovi su, dakako, jednaki u svim jezicima s latiničnim pismom. Obje tablice sadrže četiri *primjera* naziva, znakova i vrijednosti binarnih i decimalnih jedinica tvorenih od jedinica *bit* i *bajt*. Prenosimo ih u cijelosti:

Francuski

un kibibit: 1 Kibit = 2^{10} bit
un kilobit: 1 kbit = 10^3 bit
un mébioctet: 1 Mio = 2^{20} o
un mégaoctet: 1 Mo = 10^6 o

Engleski

one kibibit: 1 Kibit = 2^{10} bit
one kilobit: 1 kbit = 10^3 bit
one mebibyte: 1 MiB = 2^{20} B
one megabyte: 1 MB = 10^6 B

Francuski jedinični naziv *octet* (hrv. *osmak*, vidi poglavlje 1) znači isto što i engleski *byte* i u hrvatskome prilagođeni naziv *bajt*. Znak za octet jest »o«, a za byte (bajt) »B«. Vrijednost im je o = B = 8 bit.

Pri kraju *primjer*: Kapacitet je tvrdoga diska 70 gibibajta; iskazan je *binarnom* jedinicom gibibajt (GiB) prema IEC (1999). Iskažimo taj kapacitet *decimalnom* jedinicom gigabajt (GB). S pomoću tablice 5 izračunavamo

$$70 \text{ GiB} = 70 \cdot 1,073\,74 \text{ GB} = 75,1618 \text{ GB}.$$

Slovo B je znak za jedinicu bajt (en. byte) definiranu kao osam bita.

Tablica 5. Preračunavanje binarnih predmetaka u decimalne predmetke. Slovo C označuje stalnicu, $C = 2^{10}/10^3 = 1,024$ (točno). Vrijednosti decimalnih predmetaka kilo (k) do eksa (E) sadrži tablica 1

Binarno	Račun	Decimalno
kibi (Ki)	= $C \cdot k$	= 1,024 kilo (k)
mebi (Mi)	= $C^2 \cdot M$	≈ 1,048 58 mega (M)
gibi (Gi)	= $C^3 \cdot G$	≈ 1,073 74 giga (G)
tebi (Ti)	= $C^4 \cdot T$	≈ 1,099 51 tera (T)
pebi (Pi)	= $C^5 \cdot P$	≈ 1,125 90 peta (P)
eksbi (Ei)	= $C^6 \cdot E$	≈ 1,152 92 eksa (E)

Međunarodna elektrotehnička komisija svojim rješenjem oslobađa decimalne jedinice dvoznačnosti. Istodobno od uporabnika binarnih informatičkih jedinica zahtijeva napor prilikom privikavanja na novi naziv **mebibajt** i na novi znak **MiB** te odvikavanja od sadašnjeg naziva **megabajt** i znaka **MB**. Zato pri uporabi **binarnih** jedinica (v. tab. 3, 4, 5)

piši: kibibajt (KiB) **umjesto:** kilobajt (kB)
piši: mebibajt (MiB) **umjesto:** megabajt (MB)
piši: gibibajt (GiB) **umjesto:** gigabajt (GB)
piši: tebibajt (TiB) **umjesto:** terabajt (TB)

4. Prijelazno razdoblje

Obveznu uporabu novih binarnih jediničnih predmetaka za tvorbu višekratnika brojevnih jedinica u području obrade i prijenosa podataka [1] u Hrvatskoj će vjerojatno propisati obnovljeni jedinični zakon [37] ili posebni državni mjeriteljski propis. Njime se mora odrediti i datum nakon kojega će biti zakoniti samo novi nazivi i znakovi binarnih predmetaka (tab. 3). Prijelazno razdoblje, u kojem će biti zakoniti novi i stari, moglo bi potrajati i pet godina. Ovisit će o tome koji će prijelazni rok svojom direktnom odrediti Evropska unija.

Budući da Zakon o mjernim jedinicama (1993) ništa ne propisuje u vezi s informatičkim jedinicama, u prijelaznom će se razdoblju većina zainteresiranih ljudi silom prilika i dalje služiti visokonakladnim općim jezičnim pomagalima. Tablica 6 na primjeru jedinice bajt (en. byte) i njezinih višekratnika pokazuje koliko je u stranim jezičnim pomagalima obilje stvarno upotrebljivanih znakova i siromaštvo u hrvatskima [2, 5]. Zato bi u prijelaznom razdoblju novi hrvatski pravopisi i raznovrsni hrvatski rječnici morali odmah unijeti nove binarne predmetke (v. tab. 3) i upozoriti na odlazak sadašnjih.

Prilikom obnavljanja tih jezičnih pomagala trebalo bi ispraviti leksikografske posrtaje i kloniti se novih. Jedan od takvih posrtaja u hrvatskom rječniku stranih riječi iz 1999. godine jest pogriješno tumačenje da se informatička jedinica **bit** izgovara *bajt* (usp. tab. 6) pa natuknice proturječe jedna drugoj [3]:

»**bajt** ... jedinica za količinu memorije jednaka skupu od 8 bitova ... *engl.* bit ← **bi**(nary) (digi)t« (str. 143)

»**bit** (*izg.* bajt) ... osnovna informatička jedinica koja može poprimiti dvije binarne vrijednosti 0 ili 1 ... *engl.* binary digit« (str. 181)

»**byte** v. bajt« (str. 211)

»**kilobajt** ... *žarg.* jedinica za količinu kompjutorske informacije (1000 bitova), *usp.* bit ...« (str. 674)

»**megabit**, v. megabajt« (str. 828)

»**terabit** (*izg.* terabajt) ...« (str. 1281).

Tablica 6. Natuknice o informatičkoj jedinici bajt (engleski: byte, njemački: Byte), njezinim binarnim višekratnicima i njihovim znakovima ili kraticama u jezičnim pomagalima. Podaci su navedeni kako su tiskani. Oble zgrade sadrže znakove, kratice i tumačenja koja su navedena u sklopu natuknica

Rječnici stranih riječi:	
<i>hrvatski:</i>	Anić-Goldstein, ¹ 1999 [3]: B, bajt (-), bit (<i>izg.</i> bajt), byte (v. bajt), gigabajt (GB), kilobajt (1000 bitova), kilobyte (v. kilobajt), megabajt (M, MB), terabit (<i>izg.</i> terabajt)
<i>njemački:</i>	Duden, ⁶ 1997 [28]: Byte (-), Gigabyte (GByte), Kilobyte (kByte), Megabyte (Mbyte)
Jednojezični rječnici:	
<i>hrvatski:</i>	Anić, ³ 1998 [2]: bajt (-), kilobajt (-)
<i>engleski:</i>	New Oxford, ¹ 1998 [32]: byte (-), gigabyte (GB), K, KB, Kb, kbyte, kilobyte (Kb, KB), M, MB, Mb, Mbyte, megabyte (Mb, MB), T, TB, Tb, terabyte (Tb, TB)
<i>njemački:</i>	Wahrig, ⁶ 1997 [36]: B, Byte (B), Gbyte, Gigabyte (Gbyte), kb, KB, Kbyte, Kilobyte (kb, KB, Kbyte), MB, Mbyte, Megabyte (MB, Mbyte)
Pravopisi:	
<i>hrvatski:</i>	Babić i dr., ⁴ 1996 [5]: —
<i>njemački:</i>	Duden, ²¹ 1996 [27]: Byte (-), KB, Kilobyte (KB), MB, Mbyte, MByte, Megabyte (MB, MByte, Mbyte)

U *takvoj* leksikografskoj obradi teško je razumjeti ovo tumačenje informatičkoga stručnjaka i pedagoga: »Taj broj selektira jedan bit u tom bajtu...« [33, str. 92]. O pokojem od ostalih informatičkih posrtaja raspravlja se u trećem dijelu osvrta [15]. Vrlo je pak rječit kritika usporedbe informatičkih praznina u hrvatskom pravopisu [5] s natuknicama u njemačkom pravopisu [27] (v. tab. 6).

Osim toga pozornost jezikoslovaca zavrjeđuje i normiranje kratke ili duge množine mjernih jedinica. Među mjeriteljima prevladava uvjerenje da hrvatska slovnica podržava *kratku množinu*, na primjer: »odgovaraju bajtima«, »pojedini bajti«, »32-bitne adrese« itd. [33]. No hrvatski rječnici [2, 3] propisuju u natuknici *bajt* dugu množinu: »bajtovi«. Hrvatski se pravopis [5] ne bavi jedinicama *bit* i *bajt*. Možda i zato rječnik [3] iz 1999. godine ne poštuje ni vlastitu normu o dugoj množini. Pod natuknicom *bajt* ima izričaje »8 bitova« i »milijun bajtova«, a pod natuknicom *megabajt* »1024 kilobajtova«, premda tu mora stajati jedninski oblik: »kilobajta«. Natuknica *kilobajt* propisuje kratku množinu: »kilobajti«, a u svom opisu ima izričaj »1000 bitova«. Od informatičke jedinice bit rječnik [3] donosi samo pridjevnju natuknicu *bitovni*, nema *bitni*. Nema pridjevnju natuknicu *bajtni*, a ni *bajtovni*.

Nepoštivanje vlastite norme – ili je to samo leksikografova površnost – pogađa i druge mjerne jedini-

ce. Tako natuknica *vat* propisuje dugu množinu: »vatovi«, a natuknica *volt* kratku množinu: »volti«. Ima toga još [3, 15, 17]. Prijelazno bi razdoblje očevidno trebalo iskoristiti za ustaljivanje slovnice i pravopisa mjernih jedinica.

5. Zaključci

1. Jednadžbe i obrasci (1) do (6) uobličuju sustav jednoznačne tvorbe vrijednosti, naziva i znakova decimalnih mjernih jedinica i binarnih mjernih jedinica. Taj tvorbeni sustav vrijedi i za očekivani prošireni međunarodni decimalni i binarni predmetkovni skup. Sustav je osim toga temelj za tvorbu sraslica, jediničnih naziva nastalih sraščivanjem naziva dviju ili više mjernih jedinica u jednu riječ (v. primjere u poglavlju 2).
2. U obnovljeni Zakon o mjernim jedinicama [37] treba na prikladan način uvrstiti binarne predmetke (tablice 3, 4, 5) koje je Međunarodna elektrotehnička komisija normirala 1999. godine [1]. Osim toga, u zakon treba uvrstiti jedinice bit i bajt te većinu ostalih [15] informatičkih mjernih jedinica. Posve je, naime, neprimjereno informatičkomu dobu da jedinični zakon bude bez ijedne informatičke jedinice.
3. Što se tiče suvremenih mjernih jedinica, današnji hrvatski pravopisi i rječnici puni su praznina i teških pogrešaka [11, 13, 15]. Zato bi razdoblje uvođenja novih binarnih mjernih jedinica (v. poglavlje 4 i tablicu 6) autori visokonakladnih jezičnih pomagala [2, 3, 5] trebali iskoristiti za uklanjanje mjeriteljskih i normacijskih pogrešaka prethodnih izdanja i za uvrštenje novih sadržaja primjerenih trećemu tisućljeću.

6. Zahvala

Za snažne kritike i drugu strukovnu pomoć tijekom nastajanja rukopisa ove studije autor zahvaljuje Josipu Živkoviću, Branki Tafri, Stanislavu Severu i Ladislavu Mikoli.

7. Literatura i napomene

1. Amendment 2(1999) to IEC Standard 60027-2: *Letter symbols to be used in electrical technology*, Part 2: *Telecommunications and electronics*.
Napomena: Djelovanje Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) opisuje se u knjizi M. Brezinščaka *Međunarodni normacijski priručnik*, Hrvatsko mjeriteljsko društvo, Zagreb 1993. Ta je knjiga od 104 stranice formata A4 razdijeljena u pet poglavlja s ovim naslovima: Desetojezični međunarodni normacijski definicijski rječnik, Međunarodni englesko-hrvatski mjeriteljski rječnik, Me-

đunarodni normativni dokumenti i normacijski odbori, Pola stoljeća Hrvatskih norma, Sedam desetljeća zatiranja hrvatskoga strukovnog nazivlja.

2. V. Anić: *Rječnik hrvatskoga jezika*, Novi Liber, Zagreb ³1998.
3. V. Anić, I. Goldstein: *Rječnik stranih riječi*, Novi Liber, Zagreb 1999.
4. Babić: *Tvorba riječi u hrvatskom književnom jeziku* (Nacrt za gramatiku), JAZU i Globus, Zagreb 1986.
Napomene: Složenica nastala sraščivanjem zove se sraslica. Primjeri imeničnih sraslica: *Banjaluka, blagdan, duhanke* (str. 31). Primjeri priložnih sraslica: *naveliko, uistinu, zauvijek* (str. 503–506). Autor piše (str. 31) da su sraslice »zbog nedovoljno jasnih kriterija težak problem i u teoretskom i u praktičnom pogledu«. U pisanju naziva složenih mjernih jedinica u hrvatskom se jeziku nepromišljeno rabe čak tri oblika: sraslice, polusloženice i odvojeno pisanje, iako su rijetki primjeri kada od sraslice treba odustati iz objektivnih (algebarskih) razloga [17]. Veće su teškoće, ali poučne za mjeriteljstvo, u tvorbi višečlanih naziva poduzeća, ustanova, društava i športskih klubova; vidi članak Branka Kune *Višečlani nazivi – pravopisno i jezično pitanje*, *Jezik* 45(1997/98)5, 183–190.
5. S. Babić, B. Finka, M. Moguš: *Hrvatski pravopis*, Školska knjiga, Zagreb ⁴1996.
6. BIPM – Bureau international des poids et mesures (Organisation intergouvernementale de la Convention du Mètre): *Le Système international d'unités (SI)*, sedmo izdanje, nakladnik BIPM-Sèvres, tiskar Stedi – Paris⁷ 1998.
Napomene: To je dvojezična brošura formata A4; stranice 1 do 79 sadrže francuski original, a stranice 81 do 152 engleski prijevod s naslovom *The International System of Units (SI)*. U slučaju dvojbe mjerodavan je francuski tekst. Prva četiri izdanja (1970, 1973, 1977, 1981) bila su isključivo na francuskom.
7. M. Brezinščak: *Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti*, Tehnička knjiga, Zagreb 1971. *Napomena:* Knjiga je (1310 + 42 stranice) odobrena kao udžbenik Sveučilišta u Zagrebu.
8. M. Brezinščak: *Zakonska metrologija (Zakonsko mjeriteljstvo)*, Tehnička enciklopedija JLZ M. Krleža, 8. svezak, str. 496–525, Zagreb 1982. *Napomena:* U tvorbi hrvatskoga nazivlja za mjerne veličine i jedinice »sudjelovalo (je) u svojstvu autora ili recenzenata oko stotinu stručnjaka različitih struka«, piše na 525. stranici. Šesnaest njih, autora početnih prijedloga, izrijeком je spomenuto.
9. M. Brezinščak: *Zakonita mjerna jedinica*, Mjeriteljski vjesnik 12(1994)3, 2199–2209.
10. M. Brezinščak: *Dva stoljeća metričkoga sustava jedinica*, Mjeriteljski vjesnik 14(1996)1, 2613–2621. *Napomena:* Pretežni dio ovoga članka prethodno je objavljen u časopisu *Mehanizacija šumarstva* 20(1995)4, 220–222, s naslovom *Dva stoljeća desetnoga sustava metričkih mjernih jedinica (1795–1995)*.

11. M. Brezinščak: *Pomoć uporabnicima i piscima hrvatskih pravopisa*, Mehanizacija šumarstva **22**(1997)1, 35–60.
 12. M. Brezinščak: *Nova imena savjetodavnih odbora*, Mjeriteljski vjesnik **16**(1998)1, 3101–3103.
 13. M. Brezinščak: *Pravopis kao nacionalni projekt (7)*, Mjeriteljski vjesnik **16**(1998)1, 3108–3114.
 14. M. Brezinščak: *Je li naziv kilovatsat zakonit?*, Mjeriteljski vjesnik **16**(1998)3–4, 3237–3241.
 15. M. Brezinščak: *Leksikografska bijeda Anić-Goldsteinova rječnika*, Mjeriteljski vjesnik **17**(1999)1, 3359–3364 i **17**(1999)2–3, 3467–3475. *Napomena*: Ova mjeriteljska kritika Anić-Goldsteinova Rječnika stranih riječi [3], izišloga 1999. godine, završit će u dva sveska Mjeriteljskoga vjesnika **18**(2000).
 16. M. Brezinščak: *Stranputice u hrvatskoj tvorbi mjernih jedinica*, Mjeriteljski vjesnik **18**(2000) [u tisku]. *Napomena*: Ova se kritika odnosi na sveučilišni priručnik [18].
 17. M. Brezinščak i sur.: *Slovnica i pravopis mjernih jedinica* [u tisku].
 18. R. Buljan: *Abecedni indeks mjernih jedinica*, Graphis, Zagreb 1999. *Napomena*: Knjiga je (387 stranica) 1999. godine odobrena kao priručnik Sveučilišta u Zagrebu. Priredila ju je i dopunila Ernestina Landau, profesorica engleskoga i njemačkoga jezika. Posvetila ju je uspomeni na Rudolfa Buljana (1925–1992), člana Hrvatskoga mjeriteljskoga društva od 1980. godine.
 19. G. D. Burdun i dr.: *Meždunarodna sistema jedinica*, Visša škola, Moskva 1964.
 20. CCU **12**(1996), BIPM, Sèvres 1998.
 21. CCU **13**(1998), BIPM, Sèvres 1999. *Autorova napomena u korekturi*: O prihvatu norme [1] Međunarodne elektrotehničke komisije mjeriteljsku je javnost člankom *Prefixes for binary multiples* na 81. stranici Metrologia **37**(2000)1 mjerodavno obavijestio A. J. Thor (Stockholm), pročelnik strukovnog odbora IEC TC 25: *Quantities, units, and their letter symbols*.
 22. CEI / IEC: *Letter symbols, including conventions and signs for electrical technology*, Genève 1983.
 23. CIPM **85**(1996), BIPM, Sèvres 1997.
 24. Comité consultatif des unités (CCU), Rapport de la 11^e session (21. i 22. veljače 1995), BIPM, Sèvres 1995.
 25. Comité international des poids et mesures (CIPM), Procès verbaux de la 84^e session (5. i 6. te 12. listopada 1995), BIPM, Sèvres 1996.
 26. DIN 1301, Teil 1, Beiblatt 1(1982): *Einheiten. Einheitenähnliche Namen und Zeichen*. *Napomena*: Tu je njemačka jedinica das Bit (znak: bit) u društvu s još 12 naziva, među njima su: neper (Np), bel (B), decibel (dB), sladorni stupanj (°S).
 27. Duden: *Rechtschreibung der deutschen Sprache*, Dudenverlag, Mannheim ²¹1996.
 28. Duden: *Das Fremdwörterbuch*, Dudenverlag, Mannheim ⁶1997.
 29. Larousse: *Le vérificateur d'orthographe*, Larousse-Bordas, Paris 1998.
 30. Norme Internationale ISO 31-0(³1992): *Grandeurs et unités – Partie 0: Principes généraux*
 31. Norme Internationale ISO 1000(³1992): *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*
 32. J. Pearsall (Editor): *The New Oxford Dictionary of English*, Clarendon Press, Oxford 1998.
 33. G. Smiljanić: *32-bitna mikroracunala*, Element, Zagreb 1993.
 34. ST SEV 1052-78: *Metrologija. Jedinici fizičkih veličin*, Iz-mjeriteljnaja tehnika (Moskva) 1979, No 1, str. 29–43. *Napomena*: To je bila norma sa zakonskom snagom Vijeća uzajamne gospodarske pomoći (SEV). Članice su Vijeća bile ove države: Bugarska, Čehoslovačka, Kuba, Mađarska, Mongolija, Njemačka Demokratska Republika, Poljska i Sovjetski Savez.
 35. B. N. Taylor: *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*, NIST Special Publication 811, 1995 Edition, NIST, Gaithersburg, MD 1995.
 36. G. Wahrig, R. Wahrig-Burfeind i suradnici: *Deutsches Wörterbuch*, Bertelsmann Lexikon Verlag, Gütersloh, ⁶1997.
 37. *Zakon o mjernim jedinicama*, Narodne novine **155**(1993) 58, 1469–1473. *Napomena*: Prije toga zakona stanovnike je Hrvatske u doba druge Jugoslavije obvezivao savezni *Zakon o mjernim jedinicama i mjerilima* (1961, 1973, 1976, 1984).
- Napomena*: podignuti broj ispred godine objave pokazuje izdanje.

Sažetak

U prvom se poglavlju opisuje zbrka koja je nastala u području obrade i prijenosa podataka jer isti naziv označuje i decimalni i binarni jedinični predmetak, na primjer »kilo« označuje 1000 i 1024. Nepreciznom obradom natuknica u vezi s mjernim jedinicama hrvatski rječnici povećavaju tu zbrku; primjeri se navode u četvrtom poglavlju. Jednadžbe i obrasci (1) do (6) uobličuju s u s t a v jednoznačne tvorbe vrijednosti, naziva i znakova decimalnih mjernih jedinica i binarnih mjernih jedinica. Osobita je pozornost u drugom poglavlju posvećena tvorbi hrvatskih naziva za složene mjerne jedinice. Uporabu sraslica autor preporučuje uvijek kada je to moguće s obzirom na pro-

zirnost jediničnoga naziva i na gipkost rečenice. Treće poglavlje sadrži hrvatske binarne predmetke koje je Međunarodna elektrotehnička komisija prihvatila početkom 1999. godine na francuskom i engleskom jeziku. Autor u zaključku predlaže da zakonodavac iskoristi tvorbeni sustav i podatke iz ovoga članka prilikom obnove hrvatskoga »Zakona o mjernim jedinicama« iz 1993. godine. Pisce hrvatskih pravopisa i rječnika autor članka poziva da isprave zapažene pogreške i u svoja buduća izdanja uvrste nove mjeriteljske i normacijske sadržaje primjerene trećemu tisućljeću.

Autorova adresa:

Marijan Brezinščak
Trnsko 33 C
HR-10 020 Zagreb
HRVATSKA

Slavko Šunjić	
Šumske prometnice	113
H. Hulusi Acar, Selçuk Gümüş	
Šumske prometnice u Turskoj	117
H. Hulusi Acar	
Djelovanje gradnje šumskih prometnica i radova pri pridobivanju drva na okoliš.	121
Tomislav Poršinsky, Ante P. B. Krpan, Marijan Šušnjar, Željko Zečić	
Privlačenje drva u brdsko-planinskim prebornim šumama u Hrvatskoj – sadašnje stanje i mogući budućnosni razvoj	125
Milan Mikleš, Jozef Suchomel	
Odnos između terenskih i radnih uvjeta pri privlačenju drva zglobnim traktorima	131
H. Hulusi Acar, Özgür Topalak, Habip Eroğlu	
Šumske žičare u turskom šumarstvu	137
Anatolij Sabadir, Sergij Zibcev	
Stanje, problemi i budućnost iskorištavanja šuma u ukrajinskim planinskim uvjetima	141
Marjan Lipoglavšek, Frits J. Staudt	
Najnovija dostignuća ergonomije u šumarstvu	147
Robert Robek, Mirko Medved	
Okolišni stres i vozačevo ergonomsko opterećenje tijekom privlačenja skiderima Woody 110 i Belt GV 70	151
Marjan Lipoglavšek	
Ergonomske značajke skidera Woody 110	161
M. D. Musson, R. N. O'Reilly	
Kanabis među šumskim radnicima	169
H. Hulusi Acar, Tetsuhiko Yoshimura	
Proizvodnost i radno opterećenje pri iskorištavanju prirodnih šuma u Turskoj	173
Ivan Tarnaj, Josip Dundović	
»Hrvatske šume«, p.o. Zagreb, danas (1991 – 1999) i sutra, u 21. stoljeću	177
Joso Gračan	
Znanstvenoistraživački rad u hrvatskom šumarstvu na prijelazu u 21. stoljeće	183
Pavle Vratarić, Dubravko Krušarovski	
Gospodarenje šumama hrvatskoga Podunavlja miniranimi minsko-eksplozivnim sredstvima	191
Tomislav Starčević	
Tehnološka tranzicija hrvatskoga šumarstva zahtijeva psihološke i sociološke promjene šumarskih stručnjaka	195
Juro Čavlović, Mario Božić, †Nikola Lukić	
Gospodarenje i uređivanje prebornih šuma u gospodarskoj jedinici Belevine	199
Marijan Šušnjar, Ante P. B. Krpan, Željko Zečić, Tomislav Poršinsky	
Kakvoća jelovih drvnih sortimenata u jelovoj šumi s rebračom (<i>Blechno-Abietetum</i> Ht.)	209
Andrija Štefančić	
Stručno krojenje drvnih sortimenata radi bolje iskorištenosti etata i povećanja prihoda od njihove prodaje.	215
Milan Žgela	
Hrvatsko šumsko rasadničarstvo	221
Augustin Meštrović	
Aktualni zadaci i vizija promjena koje se nameću drugačijim zadaćama gospodarenja šumama u Federaciji Bosne i Hercegovine	229
Marijan Brezinščak	
Tvorba decimalnih i binarnih mjernih jedinica	237

Sadržaj

Stanislav Sever, Tibor Pentek	
Proslovni iskaz žaljenja i ovodobne vjere u novodobnost	1
†Simeun Tomanić	
Znanost o šumskom radu na kraju dvadesetoga stoljeća – stanje i putovi razvoja.	3
Esko Mikkonen, Zhangren Lan	
Alat za određivanje modela troškova i proizvodnje u šumarskoj nabavnoj logistici.	11
Boštjan Košir	
Studij rada – je li to zaboravljena znanstvena grana u šumarstvu?	17
Hideo Sakai	
Niskocijeno iskorištavanje na malim šumoposjedima u Japanu.	23
Jurij Marenče	
Metode pridobivanja drva na malim privatnim šumoposjedima u Sloveniji.	27
Arne Bergmann	
Okolišno motrište pri radu šumarskim strojevima	31
Oscar Bustos, Rodolfo Neunschwander, Rodrigo Baltra	
Raščlamba postupaka za pridobivanje drva uz najmanji utjecaj na tlo pri primjeni tehnike višekriterijske procjene	35
†Ulrich Bort	
Priprema sastojina za mehanizirano iskorištavanje – utjecaj na izvođenje, troškove i uzgajanje šuma	41
Raffaele Spinelli, Bruce Hartsough	
Istraživanje šumskih proreda harvesterom na strmim terenima	45
Andrew F. Egan	
Značajke rada bagerom pri djelomičnoj sječi appalachijskih sastojina tvrdih listača	53
Anika Juras, Steve Martin, Donald K. Nearhood	
<i>Helipace</i> – alat za određivanje proizvodnosti i troškova helikopterskoga iznošenja drva	61
Valéria Messingerová, †Tibor Lukáč	
Iznošenje drva helikopterima	67
Edvard Rebula, Igor Potočnik	
Kašnjenje uvođenja vrhunskih tehnologija pri dobivanju drvnih sortimenata u Sloveniji – njegovi uzroci te izgledi za njegovo otklanjanje.	73
Julije Domac, Stjepan Risović, Stanislav Sever	
Strategija pridobivanja šumske biomase u Republici Hrvatskoj do 2030. godine	81
Branka Jelavić, Julije Domac	
Socijalno-ekonomsko motrište projekata korištenja biomase u Hrvatskoj	87
Tetsuhiko Yoshimura	
Metoda polaganja okolišno prihvatljivih šumskih cesta uporabom genetskoga algoritma	91
Ján Tuček, Erich Pacola	
Sustav podrške za prostornu razdiobu smještaja šumskih cesta na temelju modela udaljenosti privlačenja.	97
Dragutin Pičman, Tibor Pentek	
Primjena novih tehnologija pri otvaranju šuma	103
Adolf Schlaghamersky	
Jednostavno učvršćenje šumskih putova pomoću oporabljenoga građevinskoga materijala	107



ISSN 1845-8815



9 771845 881505