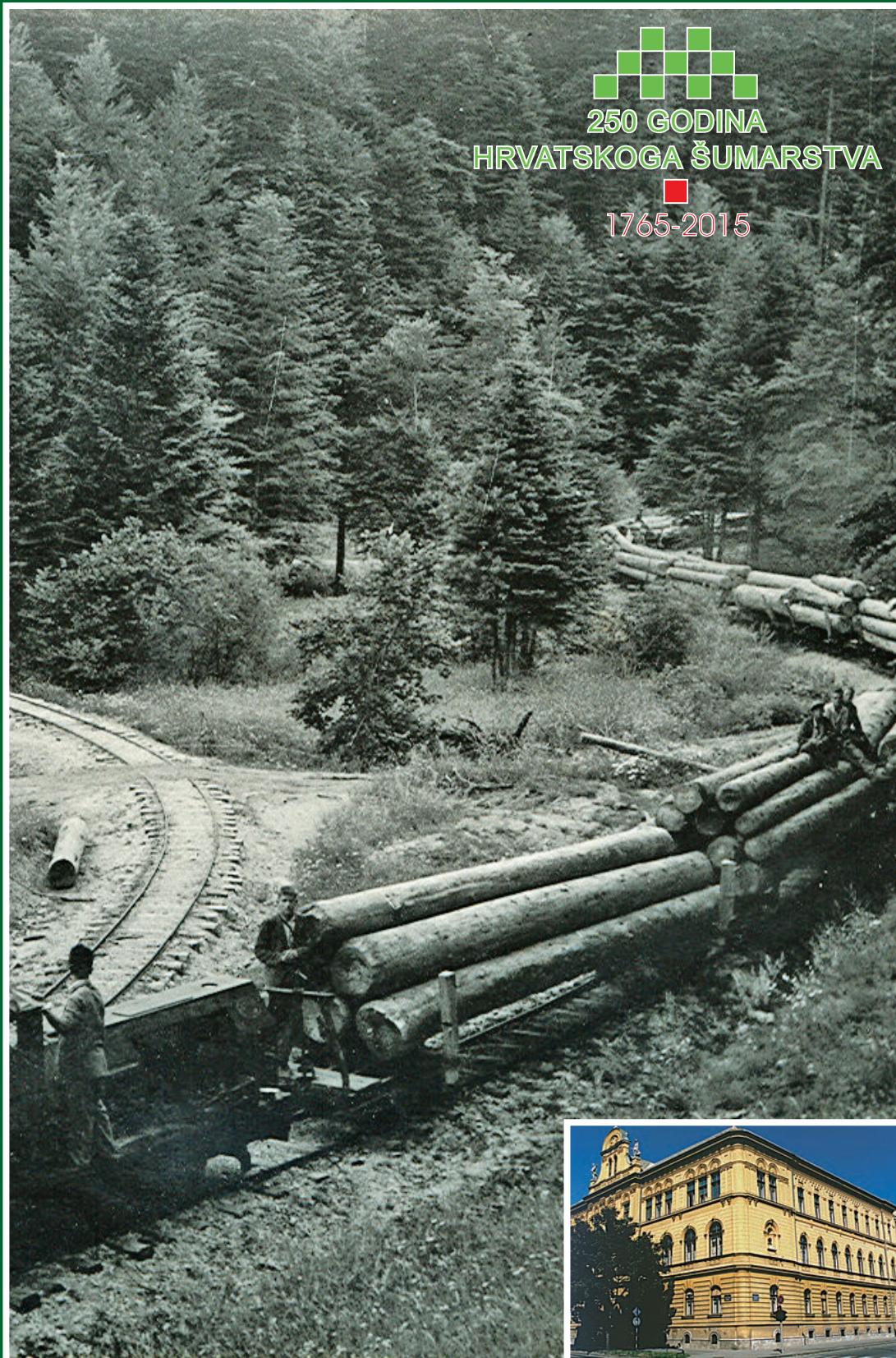


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



250 GODINA
HRVATSKOGA ŠUMARSTVA
1765-2015

7-8

GODINA CXXXIX
Zagreb
2015



The screenshot shows the homepage of the Croatian Forestry Society (HSD) website. At the top, there's a banner featuring the society's logo (a green circular emblem with a tree and the text 'HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO' and '1846 SUMARSKI LIST 1877'), a large image of a multi-story building, and the website address 'www.sumari.hr'. To the right, there's a vertical sidebar with sections for 'IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA' (with a portrait of a man), 'ŠUMARSKI LIST' (with a thumbnail of the journal cover), 'DIGITALNA BIBLIOTEKA' (with a CD-ROM icon), and 'ŠUMARSKI LINKOVI' (with a chain icon). The main content area includes sections for 'HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO' (mentioning 170 years of operation, 19 branches, and 3000 members), 'IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA' (listing 14033 people, 22233 biographical entries, and 14739 bibliographical units), 'ŠUMARSKI LIST' (mentioning 139 years of publication, 1065 issues, 15456 articles by 2653 authors), and 'DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA' (listing 4089 titles in 26 languages by 2744 authors from 1732 to present).



Naslovna stranica – Front page:
 Vrata (Gorski kotar) – prijevoz trupaca šumskom željeznicom
 1958. god. (Iz arhiva mr. sc. Boris Pleše)
 Vrata (Gorski Kotar) – logs transport with a forest railway in 1958
 (Photo: from the archive of Boris Pleše MSc)

Naklada 2150 primjeraka

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

HR-10000 Zagreb
 Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359, Fax: +385(1)48 28 477
 e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online: www.sumari.hr/sumlist
 Journal of forestry Online: www.sumari.hr/sumlist/en

Izdavač:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO uz finansijsku pomoć
 Ministarstva znanosti obrazovanja i sporta i
 Hrvatskih šuma d.o.o.

Publisher: Croatian Forestry Society –
 Editeur: Société forestière croate –
 Herausgeber: Kroatischer Forstverin

Grafička priprema: LASERplus d.o.o. – Zagreb
 Tisk: CBprint – Samobor

ŠUMARSKI LIST

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
 Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins
 – Revue de la Societe forestiere Croate

Uredivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 12. Mr. sc. Ivan Grginčić | 23. Marijan Miškić, dipl. ing. šum. |
| 2. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 13. Benjamo Horvat, dipl. ing. šum. | 24. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. |
| 3. Davor Bralić, dipl. ing. šum. | 14. Prof. dr. sc. Boris Hrašovec | 25. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. |
| 4. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 15. Mr. sc. Petar Jurjević | 26. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 5. Dr. sc. Lukrecija Butorac | 16. Tihomir Kolar, dipl. ing. šum. | 27. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 6. Mr. sc. Danijel Cestarić | 17. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 28. Ariana Telar, dipl. ing. šum. |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Daniela Kučinić, dipl. ing. šum. | 29. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 8. Domagoj Devčić, dipl. ing. šum. | 19. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 30. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 9. Mr. sc. Josip Dundović | 20. Akademik Slavko Matić | 31. Dr. sc. Dijana Vuletić |
| 10. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 21. Darko Mikićić, dipl. ing. šum. | 32. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Prof. dr. sc. Ivica Grbac | 22. Boris Miler, dipl. ing. šum. | |

Urednički odbor po znanstveno-stručnim područjima – Editorial Board by scientific and professional fields

1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – *Field Editor*

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća

Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

Dendrologija – *Dendrology*

Dr. sc. Joso Gračan,

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –

Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Nikola Pernar,

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –

Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

Lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – *Field Editor*

Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –

Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Dr. sc. Stevo Orlić,

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –

Karst Amelioration, Forests on Karst

Akademik Igor Anić,

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –

Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –
Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions

Prof. dr. sc. Milan Oršanić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –

Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Željko Španjol,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –

Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Ante Krpan,

urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Dragutin Pičman,

Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,

Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Izv. prof. dr. sc. Slavko Govorčin,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –

WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Dr. se. Miroslav Harapin,
urednik područja –field editor

Fitoterapeutska sredstva zaštite šuma –
Phytotherapeutic Agents for Forest Protection

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,

Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Prof. dr. sc. Danko Diminić,

Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,

Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,

Zaštita od sisavaca (mammalia) –

Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,

Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Renata Pernar,
urednik područja –field editor

Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Mario Božić,

Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,

Izmjera terena s kartografijom –
Terrain Mensuration with Cartography

Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,

Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

6. Uređivanje šuma i šumarska politika –

Forest Management and Forest Policy

Prof. dr. sc. Jura Čavlović,

urednik područja –field editor

Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec,

Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –
Forest Economics and Marketing in Forestry

Prof. dr. sc. Ivan Martinić,

Organizacija u šumarstvu – *Organization in Forestry*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,

Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.,

Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo,
povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography, Forest Legislation, History of Forestry*

Članovi Uređivačkog odbora iz inozemstva – Members of the Editorial Board from Abroad

Prof. dr. sc. Vladimir Beus, Bosna i Hercegovina –
Bosnia and Herzegovina

Prof. dr. sc. Vjekoslav Glavač, Njemačka – *Germany*

Prof. dr. sc. Emil Klimo, Češka – *Czech Republic*

Doc. dr. sc. Boštjan Košir, Slovenija – *Slovenia*

Prof. dr. sc. Milan Saniga, Slovačka – *Slovakia*

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Znanstveni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori šumarskih znanosti u Hrvatskoj, Slovačkoj i Sloveniji, a prema potrebi i u drugim zemljama zavisno o odluci uredništva.

Na osnovi mišljenja Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske, „Šumarski list“ smatra se znanstvenim časopisom.

Časopis referiraju: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske (Hrčak) i dr.

Scientific articles are subject to international reviews. The reviewers are doctors of forestry sciences in Croatia, Slovakia and Slovenia, as well as in other countries, if deemed necessary by the Editorial board.

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, „Forestry Journal“ is classified as a scientific magazine.

Articles are abstracted by or indexed in: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal of scientific journal of Croatia (Hrčak) et al.

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630*383+686 (001)

Papa, I., T. Pentek, K. Lepoglavec, H. Nevečerel, T. Poršinsky, Ž. Tomašić

Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta – Methodology of development of detailed primary forest traffic infrastructure register as the basis for forest roads maintenance planning and optimization 311

UDK 630*443 (001)

Zgrablić, Ž., Z. Tkalcec, A. Mešić, H. Marjanović, D. Diminić

Smanjuju li ektomikorizne gljive osjetljivost crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) na zarazu vrstom

***Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton? – Do ectomycorrhizal fungi reduce Austrian pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) susceptibility to *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton infection?** 329

UDK 630*164+165 (001)

Katičić Bogdan, I., K. Švorinić, S. Bogdan, D. Kajba

Generativna i vegetativna aktivnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u klonskoj sjemenskoj plantaži

– Generative and vegetative activity of Wild cherry (*Prunus avium* L.) in a clonal seed orchard 339

UDK 630*323+363 (001)

Krč, J., U. Vranešić, B. Košir

Comparison of mechanized and motor-manual cutting operation in mixed stands of Southern Slovenia

– Usporedba mehanizirane i ručno-strojne sječe u mješovitim sastojinama južne Slovenije 351

UDK 630*312+285 (001)

Enez, K., B. Aricak, T. Sarıyıldız

Effects of harvesting activities on litter decomposition rates of Scots pine, Trojan fir, and Sweet chestnut

– Utjecaj aktivnosti pridobivanja drva na stupanj raspadanja listinca škotskog bora, trojanske jеле i pitomog kestena 361

UDK 630*537+425 (001)

Aricak, B., A. Bulut, A. O. Altunel, O. E. Sakıcı

Estimating above-ground carbon biomass using satellite image reflection values: A case study in Camyazi forest directorate, Turkey – Procjena Nadzemne Biomase Ugljika Korištenjem Vrijednosti Refleksije Satelitskih Snimaka: Studija Slučaja U Direkciji Šuma, Camyazi, Turska 369

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.

Crna roda (*Ciconia nigra* L.) 377

Aktualno – Current events

Frković, A.

Naša lovna divljač na poštanskim markama 378

Obljetnice – Anniversaries

Franjić, J.

Robero de Visiani – hrvatski botaničar

215 godina od rođenja 380

Knjige i časopisi – Books and journals

Glavaš, M.

Zelenilo urbanih sredina – grad Zagreb 382

Jakovac, H.	
Nova knjiga i nova priznanja Alojziju Frkoviću	384
Glavaš, M.	
Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj	388
Iz povijesti lovstva – From the history of hunting	
Knepr, J.	
Lovstvo bjelovarskoga kraja od 1974/75. do 2010/11. lovne godine.....	391
Izložbe i natjecanja – Exhibition and competitions	
Mamić, M.	
11. bjelovarski salon fotografije "Šuma okom šumara"	402
Vlainić, O.	
Izložba "Pozdravljam te šumo"	403
Iz Hrvatskog šumarskog društva – From the Croatian forestry association	
Delač, D.	
Zapisnik 2. sjednice Upravnog i Nadzornog odbora HŠD-a održane 28. i 29. svibnja 2015. god. na prostoru NPŠO Opeke, Lipovljani	405
Delač, D.	
Stručna tema 2. sjednice Upravnog odbora HŠD-a: Gospodarenje nizinskim šumama hrasta lužnjaka i poljskog jasena	409
In memoriam	
Vincenc, G.	
Eduard Kalajdžić, dipl. ing. šum. (1931–2015).....	417

RIJEČ UREDNIŠTVA

KOJA BI SVOJSTVA MORALO ŠUMARSKO OSOBLJE POSJEDOVATI?

Pod ovim naslovom taksator D. Ilijić u nastavcima u prva tri broja Šumarskoga lista iz 1895. god. daje odgovore na postavljeno pitanje, naglašavajući kako u svakom upravnom organizmu mora biti precizno određena sfera djelovanja pojedinih organa, sukladno njihovoj sposobnosti. Inače organizam prestaje pravilno obavljati svoje funkcije. *To je razsulo i propast gospodarstva*, kaže on, a posebice je to pogubno za cjelokupno gospodarstvo, jer ono „*reprezentira veće glavnice*“ i posljedice se tek kasnije otkrivaju, što je upravo slučaj kod šumarstva čije je glavno načelo potrajanje gospodarenje šumama. U prvome napisu on razmatra svojstva nadšumara na razini imovnih općina, koje na temelju veličine posjeda tretira kao velika gospodarstva, „*koja sačinjavaju najveći dio narodnog imetka*“ (danas bi ih kao primjer zamijenili s područjem UŠP Hrvatskih šuma d.o.o.), gdje su nadšumari „*glavari imovno-općinskih šuma. Svojstva, koja toli važnu osobu resiti moraju, nesmiju biti prividna, nego moraju poticati iz same naravi njene i dubokog osvjedočenja o svojoj uzvišenoj zadaći i pozivu.* Uz postepeno stručno usavršavanje kroz praksu, „*poštenje je kruna vrlina, čovjek, kojemu su povjereni milijuni narodnog imetka. Tko se nije namučio šrapacima ostvarujući u šumi svoju teoriju, taj se neće obradovati ni plodu uspjeha*“. Svoju stručnu nauobrazbu u pravom smislu te riječi, treba dovesti u sklad s praksom i upotpuniti znanje barem enciklopedijskom nauobrazbom u onim disciplinama, „*bez kojih nijedan intelligentan čovjek biti nemože*“. Osuđuje se „*osorno ponašanje i neotesana otresitost*“, a sugerira uljudno i predusretljivo poнаšanje prema podređenom osoblju i prednjačenje podukom i savjetom. *Nepokolebivo poštenje, sdruženo sa potpunom strukovnom nauobrazbom, kao i revnost sa doslednošću, pa sve ovo sjedinjeno u harmoničnu cjelinu u osobi nadšumara, bit će bez dvojbe uspješno sredstvo, kojim ćemo naša već u slabom stanju nahodeća dobra, bar donjekle unaprediti moći*“. Dakle, ponajprije stručnost i poštenje.

Drugi profil šumarskog stručnjaka koji pisac članka obrađuje je **protustavnik**, što će reći računovođa „*kod gospodarstvenih ureda*“, no i on prema Zakonu mora biti šumarski stručnjak, naravno s položenim državnim šumarskim ispitom. U odsutnosti nadšumara on ga zamjenjuje. „*Nijedno gospodarstvo pa makar i najmanje bilo, ne može opstajati a da gospodar ne vodi računa o svojem dobru. On*

mora imati što no rieč: „u malom prstu“ nauku o narodnom gospodarstvu i njegovih načelih . . . , isto tako mora se on trsiti da steće uz elementarna načela šumarske struke, koja je sa zavoda sobom donio, i ono iskustvo, koje ga stavlja na tom polju u isti nivo s nadšumaram upraviteljem ureda“. Da li današnji računovođe-naredvodavci, ma tko oni bili, vode računa o tome koje blagodati može pružiti šuma i kako se prema njoj odnositi, ne tražeći samo klasični profit. Zašto se je prije 120 godina tražilo da protustavnik bude šumarski inženjer, a danas nije bitno da li naredvodavac išta zna o šumi?

Treći je profil **šumar** (u ono vrijeme to je kotarski šumar, a danas upravitelj šumarije). Oba prethodno navedena profila su, kako autor kaže „*mnogo slobodnija u svojem službenom položaju . . . , jer laglje je samo zapoviedati, nego slušati i zapoviedati*“. Šumar mora izvršavati zapovijesti gospodarstvenog ureda, pomno ih proučiti, utvrditi njihove zakonske okvire, paziti da ne nanese štetu gospodarstvu. „*Prva toli teža strana šumareve službe osniva se na dužnosti, koja mu propisana neshvaćanjem upravne svrhe u obće i nepoznavanjem naravi strukovne znanosti, kao i potankih lokalnih odnosa i potreba, a još manje sredstava za podmirenje istih*“. Teško je boriti se protiv takve anomalije,koju često i mrtno slovo našeg zakona štiti . . . upravni griesi traže nesmiljeno svoje žrtve, a te su nazadak gospodarstva i nesreća osoblja, koje nedužno mora na se, da primi odgovornost za sve kobne posljedice upravnoga neuspjeha“. Pitanje je: „*kako da šumar postupa u toj borbi, da ju privede, ako ne onoj pobjedi, kojom bi spasiti mogao svoje šumsko dobro, a ono barem pobjedi, koja bi mu sačuvati mogla osobnu čast*“. U nastavku autor ukazuje na odnos šumara prema svome osoblju (ponajprije lutarima, čiji profil je također obrađen, te prema ostalim zaposlenicima).

Svakako, ovaj kratki uvodnik može poslužiti kao poticaj čitateljima Šumarskoga lista da pročitaju tih 15-ak stranica, da vide detaljnije što je nekada zahtijevala struka, te da povuku paralelu s današnjicom i odrede svoja stajališta prema budućnosti svoje struke i šume kao najsloženijeg ekosustava. Ona u današnjim uvjetima stanja, kako prirode, tako i društva, traži još veća znanja nego u prošlosti, ali i promjenu današnjih odnosa prama njoj.

EDITORIAL

WHAT CHARACTERISTICS SHOULD FORESTRY STAFF POSSES?

In the first three issues of Šumarski list of the year 1895, forest estimator D. Ilijić gave answers to this question, emphasising that any management organism must have a precisely defined sphere of individual organs' activities according to their capabilities. Otherwise an organism ceases to properly perform its functions. *It is a chaos and decline of economy*, he says, and particularly devastating for the global economy, as it "represents bigger capitals", while the consequences are revealed only later; this is precisely the case with forestry, the main principle of which is sustained forest management. In the first article Ilijić discusses the capacities of a **county forester** at the level of property districts, which are according to the size of the property treated as big economies that "*compose the highest proportion of the national property*" (today they would be equal to the territorial range of the enterprise Croatian Forests Ltd.), where a county forester is the "*head of a property district forests*. *The properties that should adorn such an important person must not be just seeming, but should emerge from the very nature of this person and his deep belief in this most high task and profession.* Along with specialist education through practice, "*honest is the crown of this person to whom the millions of the national property have been trusted. Those who have not laboured hard in the forest while building up his theory will not enjoy the fruits of success.* "One's specialist education should be adjusted to the practice and the knowledge taken from encyclopaedic information in those disciplines, "*without which no intelligent man cannot afford to be*". "*Arrogant behaviour and rude manners*" are condemned, while civilised and helpful advice-offering attitude toward inferior staff is suggested. *Steady honesty with full specialist education as well as diligence with consistency will certainly be a successful base upon which we shall be able to improve our already declining assets to at least some degree.* Therefore, competence and honesty above all.

Another profile of a specialised forester dealt with in the author's article is **accountant** "*of management offices*", who also, according to law, has to be specialised in forestry and has passed the official examination required by the state. He substitutes the county forester in case of his absence. "*No forest management, even the smallest one, can function*

without the manager taking care of the property. He must be perfectly conversant in the theory of national management and its principles ..., and also must try hard to achieve, with other already acquired skills, the same experience in this field that is equal to that of a county forester, the head of the office."

The question is whether today's accountants/executives take into consideration the multiple benefits of the forest, and how they should be treated without only considering the profit. Why was a forestry accountant required to be a forestry engineer by education 120 years ago, while today a forestry executive need not know anything about forests.

The third profile is **forester** (in those times it was a district forester, while today it is chief forest manager). Both previously mentioned profiles were "*much more free in their official status ..., because it is easier only to order than to listen and order* ". A forester must obey the orders of the management office, study them properly, establish their legal frames, and be careful not to do any damage. "*The first really difficult side of a forester's profession is based on the obligation that is prescribed by not understanding the individual local relations and needs, with fewer means for satisfying them* ". "*It is difficult to fight against such anomaly, ... which is often defended by our law ... administrative sins mercilessly require their victims in the form of declining economy and unhappy staff which, though innocent, must accept the responsibility for all tragical consequences of the unsuccessful administration.*" The question is, "*if he cannot win it and save the forest goods, how should a forester act in this struggle, in order to at least save his personal honour?*" The author then points at the relation between the forester and his staff (in the first place forest rangers, whose profile is also discussed, as well as other employees).

This short foreword may encourage the readers of Šumarski list to read the whole text of about fifteen pages and learn more details of what the forestry profession once implied, and to compare it with today's practice; to define their standpoints toward the future of forestry and forest as the most complex of ecosystems. Under today's circumstances of both nature and society, this ecosystems needs even more knowledge than in the past, as well as a change of today's attitudes toward them.

METODOLOGIJA IZRADBE DETALJNOG REGISTRA PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE KAO PODLOGE ZA PLANIRANJE I OPTIMIZACIJU RADOVA ODRŽAVANJA ŠUMSKIH CESTA

METHODOLOGY OF DEVELOPMENT OF DETAILED PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE REGISTER AS THE BASIS FOR FOREST ROADS MAINTENANCE PLANNING AND OPTIMIZATION

PAPA, I.*¹, PENTEK, T.*¹, LEPOGLAVEC, K., NEVEČEREL, H., PORŠINSKY, T., TOMAŠIĆ, Ž.

Sažetak

Šumske ceste, građevinske objekte koji tijekom čitave godine omogućuju promet motornim vozilima, nakon izgradnje treba redovito održavati, kako bi tijekom svoga vijeka trajanja mogle ispuniti sve zadaće predviđene šumskogospodarskim planovima. Kvalitetno i pravovremeno održavanje produžuje vijek trajanja šumske ceste, smanjuje troškove pogona motornih vozila i učestalost njihova popravka, čini šumske ceste provoznim tijekom čitave godine te povećava sigurnost svih sudionika u prometu. Poznavanje postojećeg stanja primarne šumske prometne infrastrukture od iznimne je važnosti pri optimizaciji radova održavanja šumske ceste.

Istraživanje je provedeno na 7,031 km makadamskih šumske cesta gorskih prebornih šuma u g.j. „Belevine“, nastavno-pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zalesina. Analizirana je metodologija izradbe, propisani sadržaj i mogućnosti primjene postojećeg registra primarne šumske prometne infrastrukture. Razvijena je metodologija izradbe detaljnog (potpunog/novog) registra primarne šumske prometne infrastrukture (prikljupljanje, obrada i interpretacija podataka). Definirane su najčešće vrste i intenzitet oštećenja šumske ceste gorskog reljefnog područja. Uspostavljen je detaljan registar primarne šumske prometne infrastrukture sa svim cestovnim objektima. Sva su oštećenja šumske ceste klasificirana, kvantificirana i fotodokumentirana. Raščlanjena je mogućnost i opravdanost primjene detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture u operativnom šumarstvu.

Primjena rezultata istraživanja u operativnom šumarstvu je moguća, a s obzirom na postojeće te poglavito buduće učešće troškova održavanja u ukupnim troškovima povezanim sa šumske cestama i preporučljiva. Izradom kvalitetnih, metodološki ujednačenih, elaborata održavanja šumske ceste, utemeljenih na novoj metodologiji izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture, može se odabratи najpogodnija tehnologija i planirati dinamika radova održavanja, uz istovremenu kontrolu i racionalizaciju pripadajućih troškova.

KLJUČNE RIJEČI: šumska cesta, održavanje šumske cesta, registar primarne šumske prometne infrastrukture, vrsta oštećenja, stupanj oštećenja, elaborat održavanja šumske cesta

* corresponding author

Dr. sc. Ivica Papa*, Prof. dr. sc. Tibor Pentek, Dr. sc. Kruso Lepoglavec, Doc. dr. sc. Hrvoje Nevečerel, Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumske tehnike i tehnologije, Svetosimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dr. sc. Željko Tomašić, Hrvatske šume d.o.o., Lj. F. Vukotinovića 2, 10000 Zagreb

UVOD I PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA INTRODUCTION AND SCOPE OF RESEARCH

Šumska prometna infrastruktura – *Forest traffic infrastructure*

Šumska prometna infrastruktura omogućava izvršavanje različitih zadataka vezanih uz gospodarenje šumom, pridobivanje drva, kontrolu i prevenciju šumskih požara i nastanka biološki uzrokovanih šumskih šteta (*Tehrani i dr.* 2015). Šumska prometna infrastruktura može se podijeliti na primarnu i na sekundarnu, nužan je i nadasve potreban preduvjet pri današnjem suvremenom, integriranom, tehnološki naprednom, racionalnom, ekonomičnom, ekološki usmjerrenom, okolišno susretljivom, na bioraznolikosti vrsta, prirodnosti šuma i potrajanosti prihoda zasnovanom gospodarenju šumskim ekosustavima (*Pentek & Poršinsky* 2012).

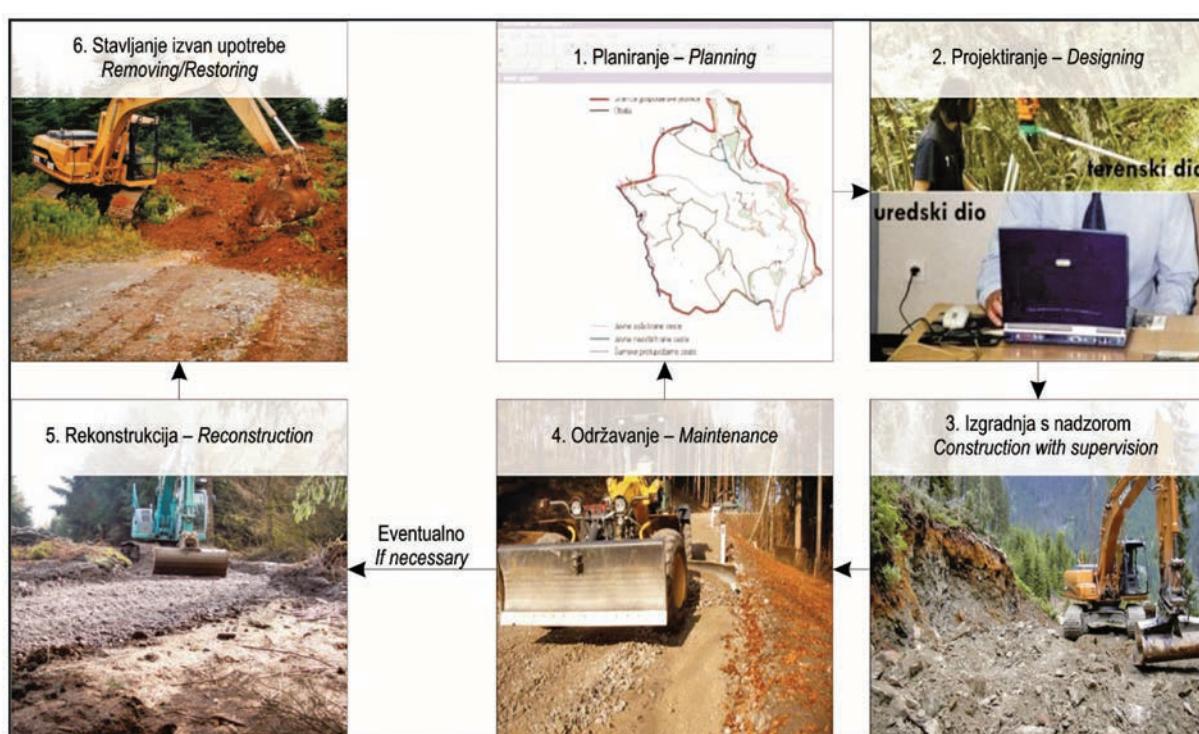
Sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture obnašaju različite zadaće, ali je njihova osnovna i najvažnija zadaća omogućavanje provedbe svih aktivnosti povezanih s gospodarenjem šumom (*Potočnik* 1996). *Stampfer* (2010) ističe kako se učinkovitost pojedinog sustava pridobivanja drva temelji na postojećoj mreži šumskih prometnica.

Primarnu šumsku prometnu infrastrukturu čine sve kategorije šumskih cesta, one javne ceste koje se mogu koristiti pri radovima u šumarstvu (to su najčešće javne ceste nižih kategorija – županijske i lokalne ceste) (*Šikić i dr.* 1989), te nerazvrstane ceste.

Sastavnice sekundarne šumske prometne infrastrukture su sekundarne šumske prometnice: traktorski putovi i traktorske vlake za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo kreće po tlu (izvoženje ili vuča drva) i žične linje za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo privlači bez dodira s tlom (iznošenje drva) (*Pentek i dr.* 2011). *Solgi i dr.* (2014) naglašavaju kako je sekundarna šumska prometna infrastruktura za sustave pridobivanja drva kod kojih se drvo privlači po tlu je, sa stajališta primarnog transporta drva, posebno značajna na strmim terenima koji obiluju površinskim preprekama. *Naghdi i Solgi* (2014) kao glavne utjecajne čimbenike oštećivanja sekundarnih šumskih prometnica navode: udio trenutne vlage tla, klizanje kotača, količinu privlačenoga drva odnosno broj traktorskih tur-nusa.

Uspostavljanje i upravljanje primarnom šumskom prometnom infrastrukturom – *Establishment and management of primary forest traffic infrastructure*

Uspostavljanje se i kasnije upravljanje (gospodarenje) optimalnom mrežom primarnih šumskih prometnica na terenu, obvezatno, odvija kroz sljedeće radne faze: planiranje, projektiranje, izgradnja s nadzorom i održavanje (*Pentek i dr.* 2006). Te su faze međusobno povezane i ovisne, treba ih odraditi redoslijedom kako su navedene vodeći računa o nemogućnosti realizacije svake od radnih faza ukoliko prethodna nije zagotovljena na zadovoljavajući način.



Slika 1. Faze uspostavljanja i upravljanja primarnom šumskom prometnom infrastrukturom (*Pentek i dr.* 2014)

Figure 1 Phases of establishment and management of primary forest traffic infrastructure (*Pentek et al.* 2014)

Uz navedene se, uvijek prisutne faze optimizacije primarne šumske prometne infrastrukture, povremeno pojavljuju još dvije radne faze: faza rekonstrukcije šumskih cesta (radi povećanja njihova standarda i kvalitete) i faza zatvaranja/stavljanja izgrađenih šumskih cesta izvan uporabe (uz revitalizaciju/restauraciju staništa, odnosno vraćanje staništa funkciji i obliku što bližem onomu koje je imalo prije izgradnje šumske ceste) (Pentek 2012).

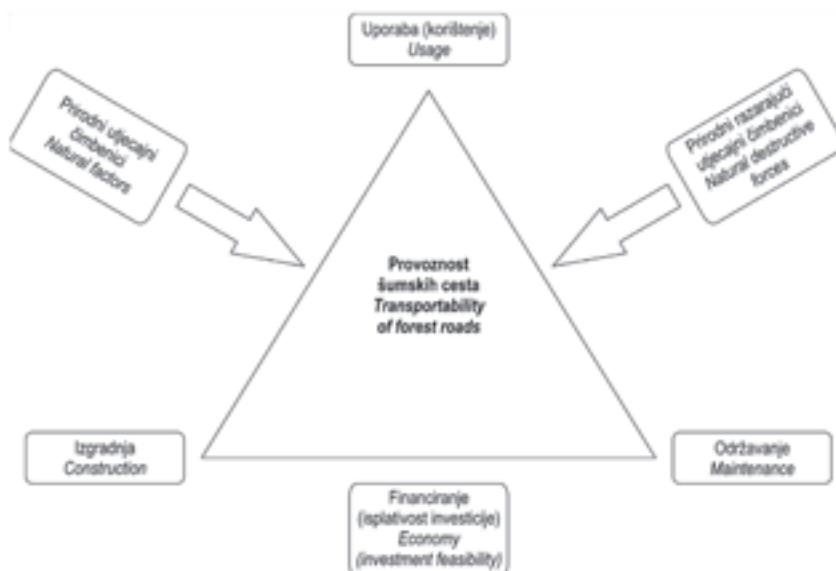
Održavanje šumskih cesta – *Forest roads maintenance*

Šumske ceste, građevinske objekte koji tijekom čitave godine omogućuju promet motornim vozilima, nakon izgradnje treba redovito održavati, kako bi u svome vijeku trajanja mogle ispuniti sve zadaće predviđene šumskogospodarskim planovima. Kvalitetno i pravovremeno održavanje produžuje vijek trajanja šumske ceste, smanjuje troškove pogona motornih vozila i učestalost njihova popravka, čini šumsku cestu provoznom tijekom čitave godine te povećava sigurnost svih sudionika u prometu, a nisu zanemarivi niti utjecaji na zaštitu okoliša.

Pravilnim se održavanjem smanjuje negativan utjecaj šumskih cesta na prirodne resurse te omogućuje njihovo dugoročno korištenje. Time se osigurava investiranje u planiranje, projektiranje i izgradnju mreže šumskih cesta (Anon. 2000). U posljednje se vrijeme u svijetu sve više pozornosti pridaje elaboratima održavanja, koji u obzir uzimaju potencijalne negativne učinke loše održavanih šumskih cesta na okoliš (Logan 2002), a elaborati održavanja temeljeni samo na zaštiti kapitalnih investicija gube na važnosti.

U slučaju neodgovarajućeg održavanja, uslijed djelovanja različitih čimbenika, šumska cesta jako brzo propada i gubi svoje vozne sposobnosti (Potočnik 1992). Wells (2002) ističe kako kvalitetno projektirane i izgrađene šumske ceste često postaju neučinkovite ili čak neupotrebljive zbog neodgovarajućeg, nedostatnog ili nikakvog održavanja. Prema istom autoru pravilan sustav održavanja šumske ceste podrazumijeva sveobuhvatni program nadzora koji uključuje redovitu kontrolu šumske ceste i svih cestovnih objekata te pravovremeno saniranje uočenih oštećenja. Održavanje se ne bi trebalo provoditi samo nakon uočavanja problema, već i preventivno.

S obzirom na vrstu, vrijeme i intenzitet održavanja šumskih cesta (Potočnik 1992; Pičman 2007; Pentek 2012) razlikuju: redovito, investicijsko i periodičko održavanje. Isti autori održavanje šumskih cesta, s obzirom na sastavnicu šumske ceste koja se održava dijele na: održavanje donjega ustroja (održavanje zemljjanog trupa; održavanje sustava površinske i podzemne odvodnje; održavanje potpornih i obložnih zidova; održavanje pokosa usjeka i nasipa, održavanje vegetacije te održavanje mostova) i održavanje gornjega ustroja (kolničke konstrukcije). Glavne grupe uzroka oštećenja na šumskim cestama (Potočnik 2002) su: posljedica lošeg planiranja, projektiranja i izgradnje šumskih cesta; posljedica nepravilne uporabe šumskih cesta i posljedica djelovanja različitih prirodnih sila. Posebna se pozornost, s ciljem umanjenja njihova negativnog utjecaja, a posljedično i nižih troškova održavanja, treba usmjeriti na prve dvije grupe uzroka oštećenja. Djelovanje različitih prirodnih sila treba uzeti u obzir pri planiranju vrste i intenziteta održavanja šumskih cesta.



Slika 2. Osiguranje propisane kvalitete (provoznosti) šumskih cesta tijekom razdoblja njihova trajanja (Potočnik 2009)

Figure 2 Assurance of prescribed quality (transportability) of forest roads during their life (Potočnik 2009)

Prometno je opterećenje šumskih cesta, poglavito pri transportu drvnih sortimenata, jedan od najznačajnijih utjecajnih čimbenika na njihovo razaranje. Stoga one šumske ceste s većim prometnim opterećenjem (šumske ceste, odnosno njihove dionice bliže spojevima s mrežom javnih cesta) trebaju biti pravilno dimenzionirane, intenzivnije i češće održavane u odnosu na šumske ceste, odnosno njihove dionice s manjim prometnim opterećenjem (Potočnik 2005). U slučaju naglašene javne uporabe šumskih cesta (otvaranje farmi, turizam i dr.) susrećemo se s problemom potrebe „prekomjernog“ održavanja ovih, u usporedbi s razinom održavanja šumskih cesta prevladavajuće šumarske namjene. Dodatna finansijska sredstva za rekonstrukciju i/ili njihov održavanje trebala bi osigurati država, lokalna uprava ili socijalna skupina koja je za njih zainteresirana. Šumarstvo nema finansijsku snagu plaćati dodatni standard održavanja šumskih cesta s visokom razinom javnog prometa.

CILJEVI ISTRAŽIVANJA I METODE RADA RESEARCH GOALS AND WORKING METHODS

Ciljevi istraživanja – *Research goals*

Ciljevi provedenog istraživanja jesu:

- raščlamba postojeće metodologije izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture,
- definiranje metodologije izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture,
- uspostava detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“;
- raščlamba troškova održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o.

Metode rada – *Working Methods*

Raščlamba postojeće metodologije izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Analysis of the current methodology for the register of primary forest traffic infrastructure developing*

Postojeća metodologija izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture koja se koristi u Republici Hrvatskoj razvijena je u suradnji poduzeća „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb i Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Anon. 2001, 2008).

Cjelokupan se posao izrade registra primarnih šumskih prometnica sastoji od dvije prostorno i vremenski odvojene faze rada: terenske izmjere (priključivanja) potrebnih podataka GPS prijamnikom prihvatljive točnosti i uredske računalne obrade podataka odgovarajućim programskim paketima (unos podataka, transformacija i obrada podataka,

priprema podataka za ucrtavanje na digitalne zemljovide, izrada slikovne i tabelarne sastavnice registra primarnih šumskih prometnica).

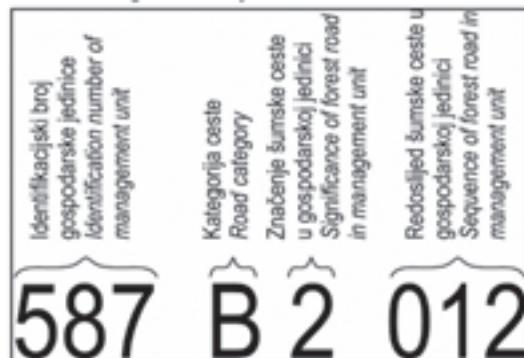
Registrar primarne šumske prometne infrastrukture uspostavlja se na razini gospodarske jedinice, a svakoj se sastavniči primarne šumske prometne infrastrukture, i na slikovnom i u tabličnom prikazu, pridružuje jedinstveni registarski broj koji se sastoji od tri grupe oznaka složenih od velikih tiskanih slova i arapskih brojeva.

Prva grupa oznaka je troznamenkasti arapski broj koji predstavlja identifikacijski broj gospodarske jedinice koji ona ima u šumskogospodarskoj podjeli područja Republike Hrvatske.

Druga grupa oznaka sastoji se od velikog tiskanog slova koje opisuje kategoriju ceste (A – javna i nerazvrstana cesta, B – šumska gospodarska i šumska protupožarna cesta) i jednoznamenkastog arapskog broja koji definira javnu ili nerazvrstanu cestu prema kriteriju njezina značenja u cjelovitoj mreži primarnih šumskih prometnica određene gospodarske jedinice (1 – glavna primarna šumska prometnica, 2 – sporedna primarna šumska prometnica, 3 – prilazna primarna šumska prometnica).

Treća grupa oznaka je troznamenkasti arapski broj koji određuje redoslijed šumske, javne ili nerazvrstane ceste u gospodarskoj jedinici.

U tabličnom se dijelu registra primarne šumske prometne infrastrukture, uz jedinstveni registarski broj svake ceste, mogu pronaći slijedeći podaci: ukupna duljina ceste, duljina ceste koja prolazi kroz šumu, duljina ceste koja prolazi rubom šume, duljina ceste s izgrađenom kolničkom konstrukcijom (kamen, asfalt), duljina ceste bez izgrađene kolničke konstrukcije, duljina ceste koja se uzima u obračun klasične primarne otvorenosti (gustoće primarne šumske prometne infrastrukture), utjecaj ceste na primarnu klasičnu otvorenost, metoda stabilizacije tla (ako je pri gradnji korištena), godina izgradnje. Za javne se ceste unosi i identifikacijski



Slika 3. Primjer registrske oznake gospodarske šumske ceste
Figure 3 Example of registration code of forest economic road

broj iz Zakona o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 56/15), a za nerazvrstane ceste upisuje se BB – bez broja.

Metodologija izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Methodology for developing a detailed register of primary forest traffic infrastructure*

Metode lociranja podataka na cestovnoj mreži iz Zakona o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14) mogu biti linearne ili prostorne. U dosadašnjoj se praksi koristila linearna metoda kilometarskih oznaka koja se sastoji od mjerjenja stacionaže (udaljenosti) nekog objekta od najbliže kilometarske oznake. U novije se vrijeme, sve učestalije, koristi prostorna metoda lociranja podataka pomoću GPS prijamnika, gdje je adresa podatka izražena u prostornim koordinatama (x, y, z) zadanog koordinatnog sustava.

U predmetnom istraživanju nije mogla biti korištena niti jedna od navedenih metoda; linearna metoda jer uz šumske ceste u Republici Hrvatskoj ne postoji oznake o stacionaži na svakom kilometru, dok je korištenje prostorne metode onemogućeno zahtjev o centimetarskoj točnosti podataka (sukladno dosadašnjim istraživanjima o točnosti dvofrekventnog GPS uređaja u sličnim stojbinskim uvjetima centimetarsku točnost korištenjem dvofrekventnog GPS uređaja nije bila realno za očekivati).



Slika 4. Dvofrekventni GPS prijamnik RTK Magellan ProMark 500 (Papa 2014)

Figure 4 Two frequency GPS receiver RTK Magellan ProMark 500 (Papa 2014)

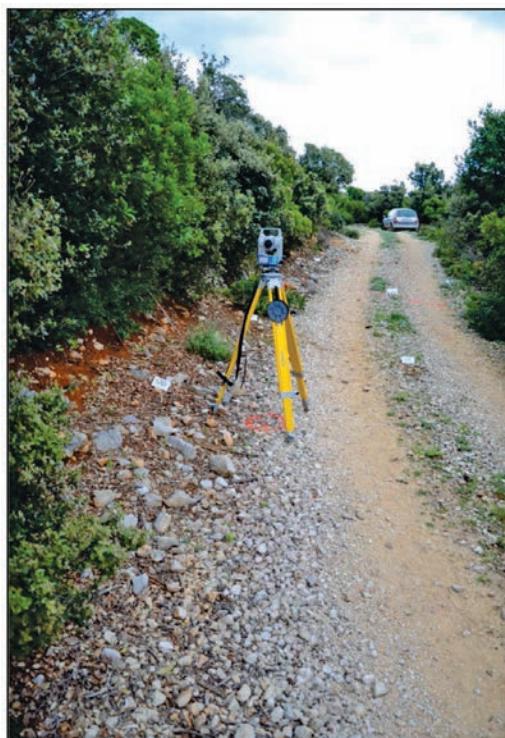
Stoga je pri prikupljanju terenskih podataka korištena je linearno-prostorna metoda koja je podrazumijevala primjenu dva suvremena radna instrumenta: dvofrekventni GPS prijamnik RTK Magellan ProMark 500 i tachimetar (mjernu stanicu) Sokkia Series 3030R.

Uspostava detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“ – *Establishment of a detailed register of primary forest traffic infrastructure in management unit „Belevine“*

Prema definiranoj metodologiji izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture izradit će se studija slučaja za primarnu šumsku prometnu infrastrukturu g.j. „Belevine“ NPŠO Zalesina. Tako će se na konkretnom slučaju ispitati primjenjivost definirane metodologije u stvarnim prilikama, odnosno u operativnom šumarstvu.

Raščlamba troškova održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. – sadašnje stanje i perspektiva – *Cost analysis of forest roads maintenance in state forests managed by „Hrvatske šume“ Ltd. – current situation and prospects*

Obaviti će se troškovna raščlamba svih radova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom za razdoblje 2004 – 2014 u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. Posebno će se raščlaniti troškovi održavanja šumskih cesta za navedeno razdoblje. Prema dosadašnjim



Slika 5. Mjerna stanica Sokkia Series 3030R (Papa 2014)

Figure 5 Measuring station Sokkia Series 3030R (Papa 2014)

istraživanjima optimalne (ciljane) primarne otvorenosti pojedinih reljefnih područja Republike Hrvatske 2030. godine (*Pentek i dr. 2012*), dat će se projekcija budućih troškova održavanja optimalne primarne šumske prometne infrastrukture.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA RESEARCH AREA

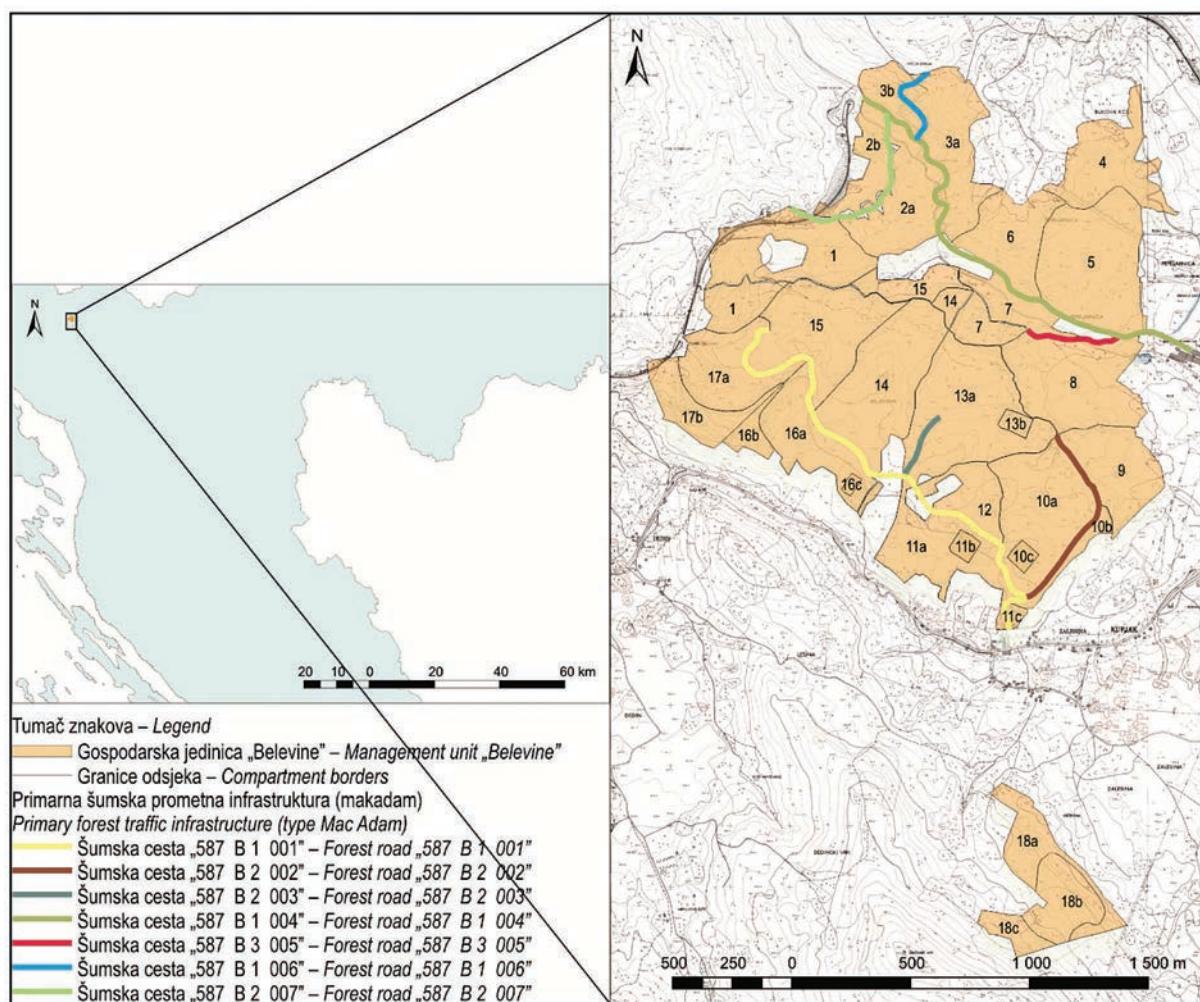
Istraživanje je provedeno u g.j. „Belevine“, jedne od triju gospodarskih jedinica u sastavu nastavno pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Zalesina. U prebornim šumama gorskog reljefnog područja g.j. „Belevine“ nalazi se 8,175 km šumskega cesta, a pokusni poligon ovog istraživanja predstavljen je sa sedam makadamskih šumskega cesta ukupne duljine 7,031 km. Od ukupno 8,175 km šumskega cesta 6,479 km ulazi u obračun primarne klasične otvorenosti koja za g.j. „Belevine“ iznosi 22,04 km/1000 ha (23,51 km/1000 ha bez Dedinskog vrha).

G.j. „Belevine“ nalazi se na području Gorskog kotara na $45^{\circ}26'$ zemljopisne širine i $14^{\circ}53'$ zemljopisne dužine

istočno od Greenwicha. Površina gospodarske jedinice, zajedno s pripadajućim dislociranim Dedinskim vrhom (18,40 ha; odsjeci 18a, 18b i 18c), iznosi 293,94 ha. Od toga je 283,20 ha obraslo, 5,88 ha je neobraslo, dok je 4,86 ha šumskega tla neprodano.

Reljef je blago valovit i lepezasto izbrazdan. Istim se dvije gorske glavice, tri manje zaravni, te jedna uska dolina koja se provlači sjeveroistočnim dijelom odjela 7. Preostali dio gospodarske jedinice prostire se po blagim padinama izbrazdanim mnoštva brdskih potočića, koji mikroreljefu daju specifičnu plastičnost. G.j. „Belevine“ leži na nadmorskoj visini od 720 do 870 m. Padine su najvećim dijelom blagih do umjereno strmih strana (inklinacija do 20°). Samo su strane korita povremenih brdskih potoka strme do vrlo strme, jer su potoci tijekom vremena usjekli duboka korita u debele naslage tla.

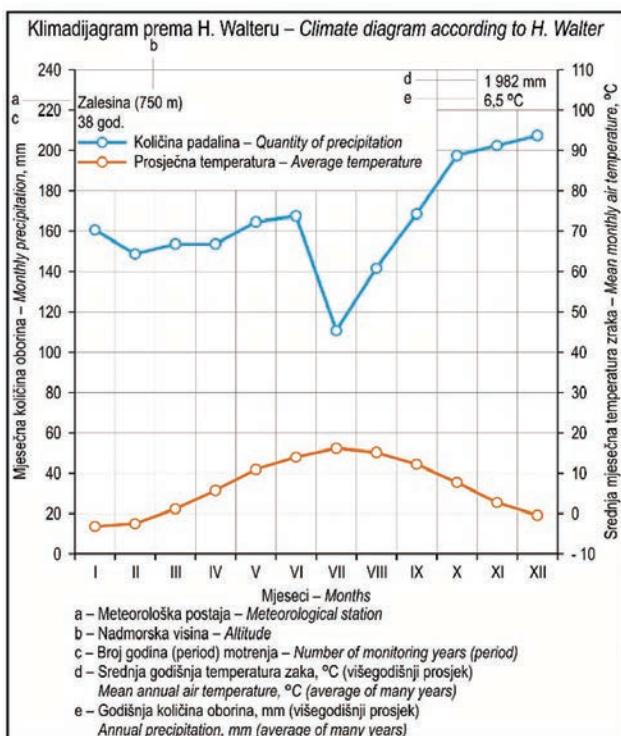
U najvećem dijelu g.j. „Belevine“ matični supstrat je izgrađen od permkarbonskih (paleozojskih) naslaga crnih brusilovaca, rđastih škriljevac, pješčenjaka i konglomerata. Geološka podloga omogućila je neobično jaku hidrografiju, tj. razvoj vodene mreže s obiljem izvora i vodotoka. Obilni



Slika 6. Zemljopisni položaj područja istraživanja s registrom primarne šumske prometne infrastrukture

Figure 6 Geographic position of the research area with the primary forest traffic infrastructure register

izvori i jaki vodotoci uzrokuju u reljefu paleozojske podloge mnogobrojne dublje ili pliće jarke strmih strana sklonih odronjavanju. Sastojine gospodarske jedinice „Belevine“ prostiru se na sedimentima paleozoika odnosno na podzolima, kiselim smedim tlima i smedim podzolastim tlima. Prema Köppenovoj klasifikaciji klimatskih područja Republike Hrvatske g.j. „Belevine“ i pripada klimatskom tipu Cfsbx.



Slika 7. Klimadijagram meteorološke postaje Zalesina (Anon. 2009)

Figure 7 Climate diagram of the meteorological station Zalesina (Anon. 2009)

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM RESULTS OF RESEARCH WITH DISCUSSION

Postojeći registar primarne šumske prometne infrastrukture – mogućnost primjene i nedostaci – Existing register of primary forest traffic infrastructure – possibility of application and drawbacks

Registar primarne šumske prometne infrastrukture ustrojen je u državnim šumama kojima gospodari trgovacko-društvo „Hrvatske šume“, u državnim šumama kojima gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu te u privatnim šumama većih šumoposjednika. U prevladavajućem dijelu privatnih šuma Republike Hrvatske, poglavito u šumoposjedima manjih površina, ne postoji registar primarne šumske prometne infrastrukture.

U poglavlju 2.2.1. Raščlamba postojeće metodologije izradbe registra primarne šumske prometne infrastrukture,

opisan registar primarne šumske prometne infrastrukture, s obzirom na sastavnice, vrstu i obuhvat podataka, omogućava dosta kvalitetno planiranje primarnog otvaranja šuma (za još kvalitetniji, sveobuhvatni, pristup otvaranju šuma trebalo bi raspolagati i registrom sekundarne šumske prometne infrastrukture), ali je nedostatan za ozbiljno planiranje radova održavanja šumskih cesta.

Zeli li se i faza održavanja odraditi bar jednak kvalitetno kao i faza planiranja primarne šumske prometne infrastrukture, a održavanje će troškovno, obimom radova, sve više, preuzimati primat nad izgradnjom šumskih cesta kako se u pojedinom reljefnom području, za odabrane sustave pridobivanja drva, budemo približavali optimalnoj/ciljanoj primarnoj klasičnoj otvorenosti šuma (ciljanoj srednjoj udaljenosti privlačenja i odličnoj primarnoj relativnoj otvorenosti), treba čim skorije izraditi detaljan katastar primarne šumske prometne infrastrukture i u državnim i u privatnim šumama Republike Hrvatske.

Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture – Methodology for developing a detailed register of primary forest traffic infrastructure

Prikupljanje terenskih podataka – Field data collecting

Za svaku su šumsku cestu, na njenom početku odnosno na stajalištu sa kojega je bio dostupan dovoljan broj satelita, a samim time i željena (tražena) centimetarska točnost, dvo-frekventnim GPS prijamnikom RTK Magellan ProMark 500 snimljene dvije referentne točke koje su služile kao veza pri kasnijim mjerjenjima mjernom stanicom (tahimetrom). Tako su sve točke kasnije snimljene mjernom stanicom automatski bile uklapljene u prostor.

Rad s mjernom stanicom je na svakoj šumskoj cesti započeo postavljanjem stativa i horizontiranjem mjerne stanice iznad stajališne točke, točke koja je prethodno snimljena dvo-frekventnim GPS prijamnikom RTK Magellan ProMark 500. Potom se kreira novi zadatak (posao), definiraju osnovne postavke i započinje sa snimanjem.

Intenzitet uzimanja uzorka iznosio je 100 %, a mjerne su plohe šumske cesta bile duljine od 20 m. Na mjernim se ploham obilježavala svaka vrsta oštećenja kolničke konstrukcije, kategorizacija se obavljala prema klasifikaciji *Hribenika* (2004) (tablica 1), svako oštećenje pronađeno na pojedinoj mjerenoj plohi obilježeno je kodnom oznakom (tablica 1), a dodatno su cjelovita merna ploha i svako oštećenje zasebno snimljeni fotoaparatom Nikon D7000 opremljenim objektivom AF-S 18-105 VR. Sva su pronađena oštećenja na pojedinoj mjerenoj plohi ucrtana u snimački list radi kasnijeg lakšeg interpretiranja podataka.

Potom su dodatno snimljene sljedeće koordinate: krajnjih točaka koje su predstavljale početke odnosno završetke po-

Tablica 1. Korištene kodne oznake pri radu mјernom stanicom Sokkia Series 3030R

Table 1 Codes used during the work with the measuring station Sokkia Series 3030R

Red. br. – Ord. No.	Vrsta oštećenja – Type of damage	Kodna oznaka – Code
1. Oštećenja donjeg ustroja šumske ceste – Damages of forest roads lower structure		
1.1.	Erozija – Erosion	EZ
1.2.	Klizanje kosina (iskopa, nasipa) – Landsliding (cuts, fills)	KKOS
1.3.	Oštećenje bankine – Embankment damage	OB
1.4.	Oštećenje kolnika – Pavement damage	OK
1.5.	Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline	PDU
2. Oštećenja gornjeg ustroja šumske ceste – Damages of forest roads upper structure		
2.1.	Udarne rupe – Pot holes	UR
2.2.	Otvorene površine – Damaged carriageway	OP
2.3.	Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway	VKK
2.4.	Kolotrazi – Car ruts	KO
2.5.	Vegetacija – Vegetation growing in	VE
2.6.	Nanos materijala – Debris accumulation	NM
3. Elementi sustava površinske i/ili podzemne odvodnje šumske ceste – Elements of ground and/or underground forest roads drainage system		
3.1.	Odvodni jarak – Side ditch	OJ
3.2.	Cijevni propust – Pipe culvert	CP
3.3.	Most – Bridge	MO
3.4.	Procjednica – Cross-ditch	PRO
3.5.	Preljevnica – Ford	PRE
4. Cestovni objekti i ostali elementi šumske ceste – Road facilities and other elements of forest roads		
4.1.	Potporni zid – Retaining walls	PZ
4.2.	Obložni zid – Revetment walls	OZ
4.3.	Mimoilaznica – Passing by area	MI
4.4.	Okretaljka – Turning point	OKR
4.5.	Pomoćno stovarište – Landing	STO
4.6.	Traktorski put/traktorska vlaka – Skid road/skid trail	VLAKA
4.7.	Deponij – Disposal area	DEP
5. Elementi poprečnog presjeka šumske ceste – Cross section elements of forest roads		
5.1.	Sredina (os) šumske ceste – Forest road center (axis)	SSC
5.2.	Kraj kolnika – End of pavement	KK
5.3.	Kraj bankine – End of embankment	KB
5.4.	Kraj kosine iskopa – End of cut slope	KKI
5.5.	Kraj kosine nasipa – End of fill slope	KKN

jedine vrste oštećenja; sredine šumske ceste na međusobnoj udaljenosti od 5 m; krajevi kolnika, bankina i kosina iskopa i/ili nasipa u sredini mjerne plohe. Opisnom su metodom prikupljani podaci o stanju elemenata sustava odvodnje, o cestovnim objektima i ostalim elementima šumske ceste te svrstavani u kategorije navedene u tablici 2.

Obrada terenskih podataka – *Field data processing*

Sve je podatke snimljene mјernom stanicom Sokkia Series 3030R, spremljene kao (.sdr) datoteke trebalo, u programu Prolink Version 1.15.Ink razvijenom od strane Sokkia Co, Ltd., promjeniti u datoteke čitljive programskom paketu Microsoft Excel 2013 ((.txt) datoteke).

Prije obrade podataka u programskom paketu AutoCAD 2013 trebalo je (.txt) oblik datoteke transformirati u (.dxf) oblik datoteke pomoću programske Pointor Version 9 razvijenom od tvrtke Ransen Software.

Detaljni registar primarne šumske prometne infrastrukture g.j. „Belevine“ – *Detailed register of primary forest traffic infrastructure in management unit „Belevine“*

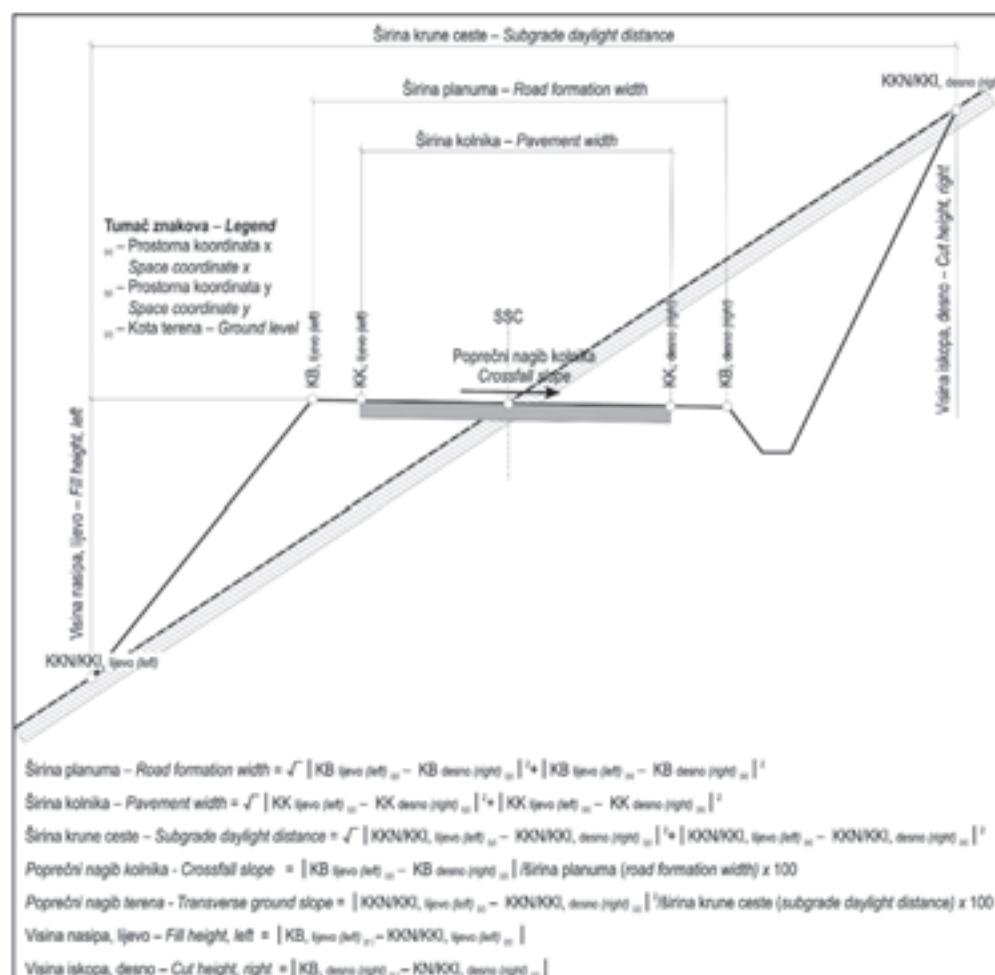
Na temelju novo razvijene i opisane metodologije izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture detaljni je registar izrađen za g.j. „Belevine“. Sve su šumske ceste istraživane gospodarske jedinice snimljene s intenzitetom uzimanja uzoraka od 100%, podaci registra povezani su uz pokusne/mjerne plohe duljine 20,00 m, a ukupno je, na svim šumskim cestama snimljena 351 mјerna ploha.

Na svakoj je mјernoj plohi utvrđena vrsta i intenzitet svih oštećenja navedenih u tablici 1 (oštećenja donjeg i oštećenja gornjeg ustroja). Na slici 9. prikazana su postotna učešća svakog definiranog i mјerenog oštećenja šumskih cesta g.j.

Tablica 2. Vrsta i stanje (kategorija) elemenata sustava površinske i/ili podzemne odvodnje te cestovnih objekata i ostalih elemenata šumske ceste

Table 2 Type and current state (category) of elements of ground and/or underground drainage, and road facilities and other elements of forest roads

Elementi sustava površinske i/ili podzemne odvodnje šumske ceste – Elements of ground and/or underground forest roads drainage system		
Red. br. Ord. No.	Vrsta – Type	Stanje (kategorija) – Current state (category)
1.	Odvodni jarak – Side ditch	Ne postoji – Does not exist (0)
2.	Cijevni propust – Pipe culvert	Postoji ali ne obnaša svoju funkciju – Exists but it is out of function (1)
3.	Most – Bridge	Postoji i u djelomično obnaša svoju funkciju – Exists and it is partly functional (2)
4.	Procjednica – Cross-ditch	Postoji i u potpunosti obnaša svoju funkciju – Exists and it is fully functional (3)
5.	Preljevница – Ford	
Cestovni objekti i ostali elementi šumske ceste – Road facilities and other elements of forest roads		
Red. br. Ord. No.	Vrsta – Type	Stanje (kategorija) – Current state (category)
1.	Potporni zid – Retaining walls	
2.	Obložni zid – Revetment walls	
3.	Mimoilaznica – Passing by area	
4.	Okretaljka – Turning point	Ne postoji – Does not exist (0)
5.	Pomoćno stovarište – Landing	Postoji – Exist (1)
6.	Traktorski put/traktorska vlaka Skid road/skid trail	
7.	Deponij – Disposal area	
8.	Gradičinska kategorija materijala (ABC kategorizacija) Construction material category (ABC categorization)	Čvrsti kameni materijali – Hard stones (A) Polučvrsta kamenita tla – Semi-hard stone soil (B) Sitnozrnata vezana (koherentna) tla – Fine grained (Coherent) soils (C)



Slika 8. Shematski prikaz izmjere i načina izračuna širine kolnika, širine planuma, širine krune šumske ceste, poprečnog nagiba kolnika, poprečnog nagiba terena te visine nasipa i/ili dubine iskopa na pojedinoj mjernoj plohi (Papa 2014)

Figure 8 Scheme of measurement and way of calculation of pavement width, road formation width, subgrade daylight distance, crossfall slope, transverse ground slope and fill height and/or cut depth of a specific sampling plot (Papa 2014)

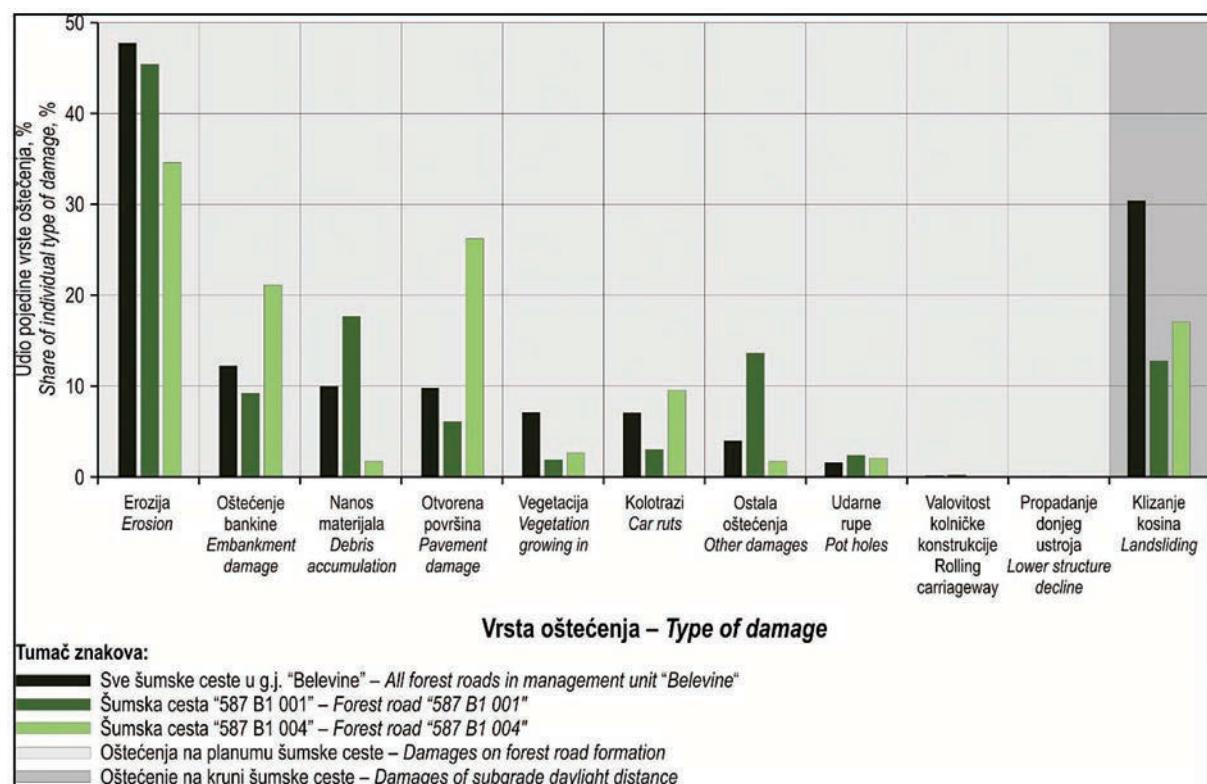
„Belevine“ te postotna učešća za dvije najdulje šumske ceste u g.j. „Belevine“, šumsku cestu „587 B1 001“ duljine 2207,48 m sa 120 mjernih ploha i šumsku cestu „587 B1 004“ duljine 2046,62 m sa 102 mjerne plohe.

Nadalje su, na slikama 10, 11, 12 i 13 prikazani primjeri mjernih ploha šumske ceste g.j. „Belevine“ sa različitim vrstama i intenzitetom oštećenja.

Tablica 3. Izgled završne tablice u programu Microsoft Excel 2013 pri izračunu horizontalnih udaljenosti, stvarnih udaljenosti, uzdužnog nagiba nivete, pomoću prostornih koordinata snimljenih sredina šumske ceste (SSC) za profile udaljenosti 5 i 20 m

Table 3 Final table in Microsoft Excel 2013 program when calculating horizontal distances, actual distances, slope of vertical alignment, using space coordinates of measured centers of forest roads (SSC) for distance profiles of 5 and 20 m

Šumska cesta 587 B1 001 – Forest road 587 B1 001													
Rb.	Ord.	Prostorne coordinate – Space coordinates			Kodna oznaka	Izmjerena horiz. udaljenost	20 metarska horiz. udaljenost	5 m uzdužni nagib	20 metarski uzdužni nagib	Visinska razlika	Kvadri-rane vrijednosti	Izmjerena stvarna udaljenost	20 metarska stvarna udaljenost
No		Y	X	Z	Code	Measured horiz. distance	20 meter horiz. distance	5 m longitudinal slope	20 meter longitudinal slope	Altitude difference	Squared values	Measured actual distance	20 meter actual distance
1260	5028800,3478	5490072,5401	812,4970	SSC	5,0021			12,1150			0,6060	25,3880	5,0387
1426	5028803,8345	5490068,9535	813,1030	SSC	4,9643			15,3900			0,7640	25,2275	5,0227
1427	5028806,8760	5490065,0301	813,8670	SSC	4,9230			17,3472			0,8540	24,9651	4,9965
1428	5028809,7688	5490061,0467	814,7210	SSC	4,9659	19,8552	18,1035	15,7389	0,8990	25,4682	5,0466	20,1045	



Slika 9. Usporedba postotnog učešće pojedine vrste oštećenja svih šumskih cesta u g.j. „Belevine“ sa šumskom cestom „587 B1 001“ stacionaže 22+07,48 hm i šumskom cestom „587 B1 004“ stacionaže 20+46,62 hm

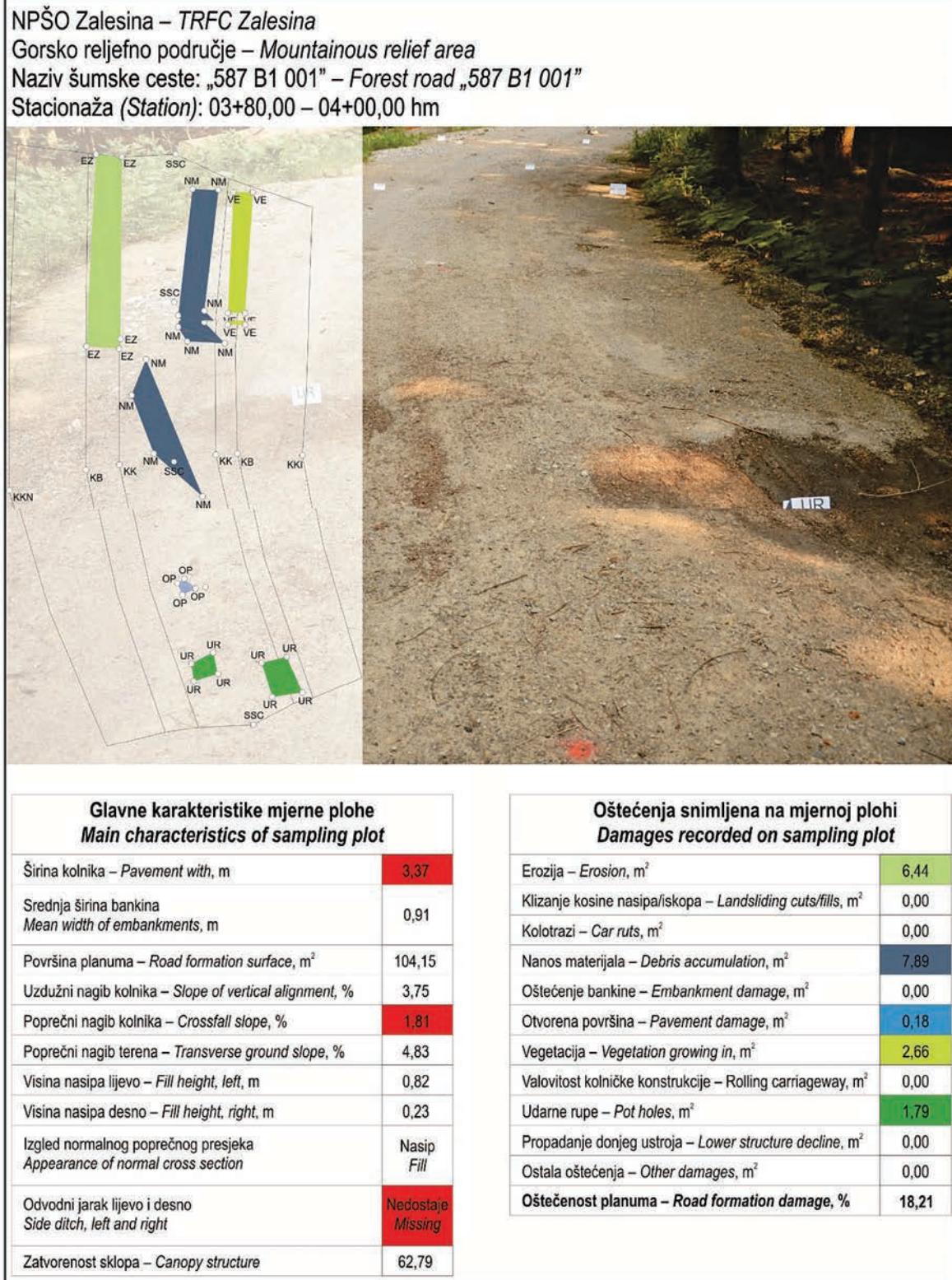
Figure 9 Comparison between the percentage share of individual types of damage of all forest roads in management unit „Belevine“ and forest road „587 B1 001“ with station of 22+07.48 hm and forest road „587 B1 004“ with station of 20+46.62 hm

Tabela 4. Izgled završne tablice u programu Microsoft Excel 2013 pri izračunu poprečnog nagiba kolnika, poprečnog nagiba terena i određivanju normalnog poprečnog profila, pomoću prostornih koordinata snimljenih krajeva kosine nasipa (KKN), kosine iskopaa (KKI) i krajeva bankina (KB)

Table 4 Final table in Microsoft Excel 2013 program when calculating crossfall slope, transverse ground slope and determining cross section profile, using space coordinates of recorded ends of fill slope (KKN), cut slope (KKI) and ends of road shoulders (KB)

		Izgled profila Cross section profile			Kodna oznaka / Code		
		m	m	%	m	z	X
						Y	
KKN ili KKI lijevo KKN or KKI left	KB desno KB right	Prostorne koordinate – Space coordinates	Prostorne koordinate – Space coordinates	Prostorne koordinate – Space coordinates	Rb. No.	Kodna oznaka / Code	Rb. No.
KB lijevo KB left	KKN ili KKI lijevo KKN or KKI left	Prostorne koordinate – Space coordinates	Prostorne koordinate – Space coordinates	Prostorne koordinate – Space coordinates	Rb. No.	Kodna oznaka / Code	Rb. No.
7945 5028803,8627 5490062,7542 812,740 KKN 7944 5028805,3624 5490063,8098 813,791 KB 7948 5028809,6543 5490067,2418 815,8470 KKI 3,8171 5,8683 7,3267 42,4063 1,0510 1,8320 Zasjek Mixed	7960 5028814,7714 5490046,7499 816,663 KKN 7959 5028816,2524 5490047,5854 817,472 KB 7956 5028819,3817 5490049,5635 817,567 KB 7957 5028820,7445 5490050,4270 819,0030 KKI 3,7021 2,5661 7,0142 33,3609 0,8090 1,4360 Zasjek Mixed	7972 5028824,1732 5490029,5157 819,223 KKN 7973 5028826,2084 5490030,1340 820,665 KB 7977 5028829,8521 5490032,5469 820,920 KB 7978 5028830,7570 5490033,3835 822,2820 KKI 4,3702 5,8350 7,6359 40,0610 1,4420 1,3620 Zasjek Mixed	7995 5028839,4084 5490013,7104 821,456 KKN 7994 5028840,6200 5490015,2674 822,755 KB 7991 5028842,9285 5490018,0756 822,975 KB 7992 5028843,7098 5490019,9401 824,2130 KKI 3,6353 6,0518 7,5704 36,4181 1,2990 1,2380 Zasjek Mixed				

Šumska cesta 587 B1 001 – Forest road 587 B1 001



Slika 10. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 20 šumske ceste „587 B1 001“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 10 Scheme and photo of the measuring surface 20 of the forest road „587 B1 001“ with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina

Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area

Naziv šumske ceste: „587 B2 002“ – Forest road „587 B2 002“

Stacionaža (Station): 01+80,00 – 02+00,00 hm

Glavne karakteristike mjerne plohe
Main characteristics of sampling plot

Širina kolnika – Pavement width, m	2,92
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,51
Površina planuma – Road formation surface, m ²	79,70
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	8,04
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	6,26
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	13,68
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	0,16
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,61
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Ovdodni jarak lijevo Side ditch left	Nedostaje Missing
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	50,63

Oštećenja snimljena na mjerenoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	0,00
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	0,00
Kolotrazi – Car ruts, m ²	2,69
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	0,42
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,00
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	0,00
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,45
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	3,35
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	18,21

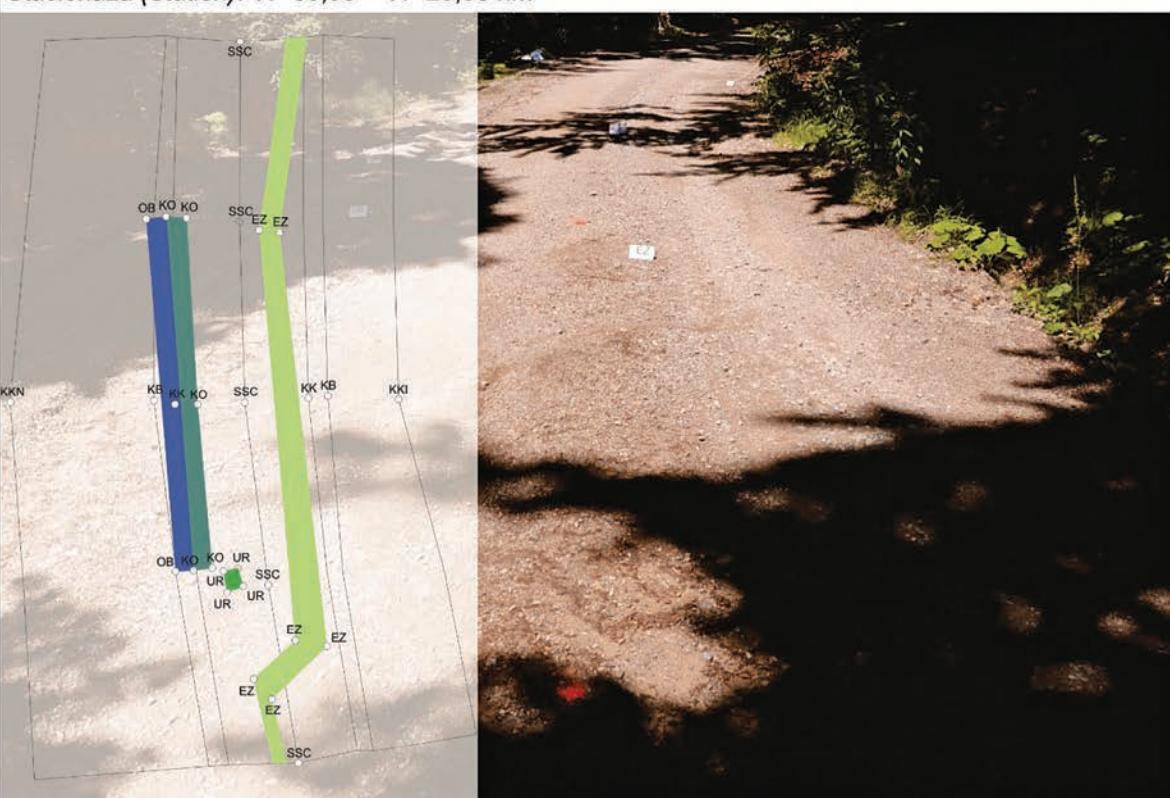
Slika 11. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 10 šumske ceste „587 B2 002“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 11 Scheme and photo of the measuring surface 10 of the forest road „587 B2 002“ with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina

Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area

Naziv šumske ceste: „587 B1 004“ – Forest road „587 B1 004“

Stacionaža (Station): 11+00,00 – 11+20,00 hm

Glavne karakteristike mjerne plohe
Main characteristics of sampling plot

Širina kolnika – Pavement with, m	3,67
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,52
Površina planuma – Road formation surface, m ²	95,03
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	5,93
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	0,55
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	11,67
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	0,89
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,36
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Ovodni jarak desno obnaša funkciju Side ditch left exists and it is fully functional	
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	72,07

Oštećenja snimljena na mjerenoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	13,35
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	0,00
Kolotrazi – Car ruts, m ²	5,04
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	5,22
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,00
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	0,00
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,25
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	0,00
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	24,04

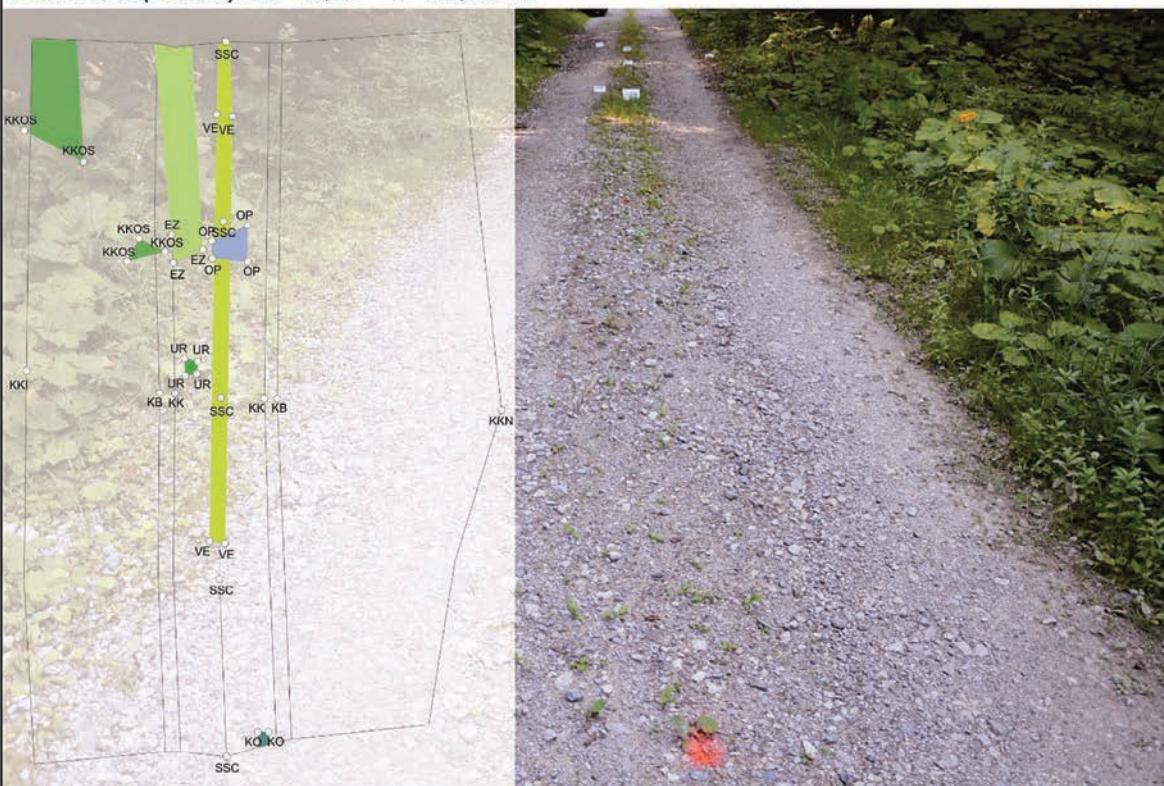
Slika 12 Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 56 šumske ceste „587 B1 004“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 12 Scheme and photo of the measuring surface 56 of the forest road „587 B1 004“ with type and intensity of recorded damages

NPŠO Zalesina – TRFC Zalesina

Gorsko reljefno područje – Mountainous relief area

Naziv šumske ceste: „587 B2 007“ – Forest road „587 B2 007“

Stacionaža (Station): 02+60,00 – 02+80,00 hm

Glavne karakteristike mjerne plohe
Main characteristics of sampling plot

Širina kolnika – Pavement width, m	2,67
Srednja širina bankina Mean width of embankments, m	0,42
Površina planuma – Road formation surface, m ²	70,91
Uzdužni nagib kolnika – Slope of vertical alignment, %	2,43
Poprečni nagib kolnika – Crossfall slope, %	1,60
Poprečni nagib terena – Transverse ground slope, %	11,41
Visina nasipa lijevo – Fill height, left, m	1,21
Visina nasipa desno – Fill height, right, m	0,29
Izgled normalnog poprečnog presjeka Appearance of normal cross section	Zasjek Mixed
Ovodni jarak lijevo Side ditch left	Nedostaje Missing
Zatvorenost sklopa – Canopy structure	69,15

Oštećenja snimljena na mjernoj plohi
Damages recorded on sampling plot

Erozija – Erosion, m ²	5,73
Klizanje kosine nasipa/iskopa – Landsliding cuts/fills, m ²	4,56
Kolotrazi – Car ruts, m ²	0,12
Nanos materijala – Debris accumulation, m ²	0,00
Oštećenje bankine – Embankment damage, m ²	0,00
Otvorena površina – Pavement damage, m ²	0,79
Vegetacija – Vegetation growing in, m ²	5,26
Valovitost kolničke konstrukcije – Rolling carriageway, m ²	0,00
Udarne rupe – Pot holes, m ²	0,15
Propadanje donjeg ustroja – Lower structure decline, m ²	0,00
Ostala oštećenja – Other damages, m ²	0,00
Oštećenost planuma – Road formation damage, %	17,92

Slika 13. Shematski i fotografski prikaz mjerne plohe 14 šumske ceste „587 B2 007“ s vrstom i intenzitetom snimljenih oštećenja
Figure 13 Scheme and photo of the measuring surface 14 of the forest road „587 B2 007“ with type and intensity of recorded damages

Troškovi održavanja šumskih cesta u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. – sadašnje stanje i perspektiva – Costs of maintenance of forest roads in state forests managed by „Hrvatske šume“ Ltd.. – current situation and prospects

U Republici Hrvatskoj je 75,09 % šuma državno i njima gospodari trgovačko društvo „Hrvatske šume“ d.o.o., s 3,27 % državnih šuma gospodare druge institucije, a 21,64 % šuma se nalazi u privatnome vlasništvu. „Hrvatske šume“ d.o.o., putem svojih 16 Uprava šuma Podružnica, gospodare s ukupno 2.018.987 ha državnih šuma od čega je 91,07 % gospodarskih, 7,21 % zaštitnih i 1,72 % šuma posebne namjene. Ukupna drvna zaliha ovih državnih šuma iznosi oko 302.000.000 m³ (150 m³/ha), godišnji prirost oko 8.000.000 m³ (3,96 m³/ha), a godišnji brutto etat oko 5.800.000 m³ (2,87 m³/ha).

Šume se, s obzirom na reljefno područje u kojemu pridolaze, mogu razdijeliti na šume nizinskog područja (15,93 %), šume prigorsko-brdskog područja (14,02 %), šume gorsko-planinskog područja (24,66 %) i šume krškoga područja (45,38 %) (Pentek i dr. 2014). Postojeća/planirana 2030. godine (Pentek i dr. 2012) gustoća primarne šumske prometne infrastrukture (svih šumskih te onih javnih i ne razvrstanih cesta koje se koriste za radove u šumarstvu), definirana na strategijskoj razini planiranja, za šume nizinskog područje iznosi 9,05/15 m/ha, za šume prigorsko-brdskog područje 11,26/25 m/ha, za šume gorsko-planinskog područja 15,43/30 m/ha te za šume krškoga područja 4,81/15 m/ha.

U Hrvatskoj je prema Penteku i dr. (2012) u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. izgrađeno 18.174 km šumskih cesta i to: 2.911 km šumskih cesta u nizinskom, 3.186 km u prigorsko-brdskom, 7.677 km u gorsko-planinskom te 4.400 km u krškom području. Kada bi se u šumama svih reljefnih područja dostigla planirana gustoća 2030. godine imali bi dodatnih 22.383 km šumskih cesta (Pentek i dr. 2014), od čega 1.911 km šumskih cesta u nizinskom, 3.888 km u prigorsko-brdskom, 7.249 km u gorsko-planinskom te 9.335 km u krškom području, što sveukupno iznosi 40.557 km šumskih cesta.

Sukladno podacima 2004–2014 (Potočnik 2015) struktura ukupnih prosječnih troškova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom na godišnjoj razini (oko 17.775.000 EUR/god.) je sljedeća: za izgradnju donjeg ustroja šumskih cesta utroši se 3.541.000 EUR/god. (22,28 %), za izgradnju gornjeg ustroja šumskih cesta 4.177.000 EUR/god. (26,29 %), za održavanje šumskih cesta 5.455.000 EUR/god. (34,33 %) i za izgradnju traktorskih putova 2.718.000 EUR/god. (17,10 %).

Šumske se ceste, u većini europskih zemalja, tako i u Republici Hrvatskoj, najčešće izvode s kamenom kolničkom kon-

strukcijom u dva sloja tipa Mac Adam (makadam). Troškovi redovitog održavanja takvih šumskih cesta (tijekom razdoblja amortizacije od 23 do 30 godina), iznose 2–4 % godišnje u odnosu na ukupne troškove izgradnje (Potočnik 2007).

Uvažavajući planske troškove izgradnje šumskih cesta po reljefnim područjima (nizinsko – 64.935 EUR/km (500.000,00 kn/km), prigorsko-brdsko – 45.455 EUR/km (350.000,00 kn/km), gorsko-planinsko – 32.470 EUR/km (250.000,00 kn/km) i krško – 29.220 EUR/km (225.000,00 kn/km); srednji tečaj HNB-a na dan 08. 07. 2015. iznosi za 1 eur = 7,58 kn), period amortizacije od 30 godina, izdvajanje za održavanje šumskih cesta u visini 2 % godišnje od ukupnih troškova izgradnje, jednaki standard održavanja svih šumskih cesta istog reljefnog područja, za postojeću mrežu šumskih cesta u državnim šumama Republike Hrvatske kojima gospodare „Hrvatske šume“ d.o.o. trebalo izdvojiti 14.233.385 EUR/god. (3.780.520 EUR/god. u nizinskom, 2.896.370 EUR/god. u prigorsko-brdskom, 4.985.065 EUR/god. u gorsko-planinskom te 2.571.430 EUR/god. u krškom području).

Približavanjem planiranoj (optimalnoj) gustoći šumskih cesta za odabrane sustave pridobivanja drva u određenom reljefnom području, učešće troškova održavanja šumskih cesta, u ukupnoj sumi troškova povezanih sa šumskom prometnom infrastrukturom, raste. Troškovi održavanja planirane (optimizirane) mreže šumskih cesta (planirano 2030. godine) iznosili bi 30.412.410 EUR/god. (6.262.340 EUR/god. u nizinskom, 6.430.910 EUR/god. u prigorsko-brdskom, 9.692.210 EUR/god. u gorsko-planinskom te 8.026.950 EUR/god. u krškom području). Dodatno, zbog porasta „nešumskih“ uloga šumskih cesta (lovna privreda, turizam, sport i rekreacija i dr.), u porastu je i standard njihova održavanja (Hibernik 2004).

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA CONCLUSIVE CONSIDERATIONS

Postojeći je registar primarne šumske prometne infrastrukture, uz manje dorade i svakako dopunjeno registrom sekundarne šumske prometne infrastrukture, dobro polazište, uz GIS područja zahvata otvaranja šuma, pri suvremenom sveobuhvatnom (primarnom i sekundarnom) otvaranju šuma u cilju optimizacije šumskog transportnog sustava s obzirom na različite kriterije optimizacije.

Iz rezultata istraživanja je razvidna potreba dopune postojećeg, ili još bolje, izrada novog detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture. Predložena metodologija prikupljanja, obrade i interpretacije podataka je, na studiji slučaja koja je izrađena za g.j. „Belevine“ NPŠO Zalesina, pokazala, u izvornom ili malo modificiranom obliku, primjenjivost u operativnom šumarstvu. Postojeći registar pri-

marne šumske prometne infrastrukture, u svom sadašnjem obliku, ne može zadovoljiti visoke zahtjeve koji moraju biti ispunjeni želi li se optimizirati cijelokupan postupak održavanja šumskih cesta.

S obzirom na godišnji iznos finansijskih sredstava koje bi, ukoliko se želi osigurati visoki standard provoznosti svih kategorija šumskih cesta, trebalo utrošiti za radove redovitog održavanja postojeće primarne šumske prometne infrastrukture u državnim šumama kojima gospodari poduzeće „Hrvatske šume“ d.o.o., neupitna je potreba žurne izrade zakonskih akata, podataka i pravilnika kojima će se stvoriti zakonski okvir unutar kojega će se propisati izrada elaborata održavanja šumskih cesta te definirati njegove osnovne sastavnice. S ciljem ujednačavanja sadržaja, kvalitete i metodologije izrade elaborata održavanja šumskih cesta bilo bi dobro pripremiti obvezujuće upute i smjernice kako predmetne elaborate izrađivati.

Primjena novopredložene metodologije izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture je, uz zakonski podupirući okvir, prvi korak ka uvođenju elaborata održavanja šumskih cesta u operativno šumarstvo. Usporedbe radi, kako je nemoguće, na taktičkoj razini planiranja, planirati optimalno otvaranje određene gospodarske jedinice primarnom šumskom prometnom infrastrukturom bez uvida u postojeće primarne šumske prometne resurse (postojeći registar primarne šumske prometne infrastrukture s osnovnim podacima) tako se održavanje primarne šumske prometne infrastrukture ne može planirati bez detaljnog uvida u stanje svih elemenata šumske ceste, uključivo cestovnih objekata sa pripadajućim vrstama i intenzitetom oštećenja.

Uz detaljan registar primarne šumske prometne infrastrukture treba razviti metodologiju kontinuiranog praćenja stanja šumskih cesta i cestovnih objekata. Na temelju uzorka određene vrste i intenziteta mora se moći procijeniti postojeće stanje šumskih cesta, donijeti odgovarajući zaključci te planirati održavanje šumskih cesta na razini gospodarske jedinice.

Jednu od mogućnosti smanjenja troškova održavanja primarne šumske prometne infrastrukture pronalazimo u novoj kategorizaciji šumskih cesta koju treba izraditi. Naime, postojeća kategorizacija šumskih cesta (*Šikić i dr. 1989*) je sa stajališta učinkovitog i racionalnog održavanja šumskih cesta neodgovarajuća. Kriteriji kategorizacije bi svakako trebali biti: prometno opterećenje, intenzitet i struktura prometa, višestruke funkcije koje šumska cesta obnaša i dr.

Nastavno bi za svaku kategoriju šumske ceste trebalo definirati i standard njene provoznosti. Iz kategorije šumske ceste i standarda provoznosti proizlazi i standard održavanja, odnosno normativi materijala, ručnoga i strojnoga rada te u konačnici trošak održavanja.

Visoki iznos finansijskih sredstava koji je potreban za kvalitetno redovito održavanje šumskih cesta treba, uz već uobičajene izvore financiranja u okvirima šumarstva, potražiti u novim izvorima financiranja u domaćem i u međunarodnom okruženju u i izvan šumarstva. Posebno bi u šumama naglašenih općekorisnih funkcija, odnosno tamo gdje je javna uporaba šumskih cesta značajna, a time i standard održavanja šumskih cesta viši, a održavanje skuplje, teret održavanja trebao biti podijeljen između šumarstva i ostalih zainteresiranih korisnika šume/šumskih cesta.

LITERATURA

REFERENCES

- Anon., 2000: Forest roads manual. Oregon department of forestry, State forest program, 207 str.
- Anon., 2001: Metodologija izrade i provedbe katastra šumskih i protupožarnih prometnica na području „Hrvatskih šuma“, p.o. Zagreb (DIR-01/2001-1762), 8 str.
- Anon., 2008: Izmijenjena i dopunjena metodologija izrade Registra šumskih cesta (DIR-01-2008-1705/01), 7 str.
- Anon., 2009: Program gospodarenja šumama s posebnom namjenom, Nastavno pokusni šumski objekt Zalesina, Gospodarska jedinica „Belevine“ 2010–2019. Šumarski fakultet, Zagreb, 72 str.
- Anon., 2015: Zakon o cestama (»Narodne novine«, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14 i 56/15)
- Hribnik, B., 2004: Model optimiranja vzdrževanja gozdnih cest za zagotavljanje njihove mnogonamenske rabe. Magistarski rad, Ljubljana, 112 str.
- Logan, R., 2002: Oregon's forest protection laws: an illustrated manual. Oregon Forest Resources Institute, Portland, 160 str.
- Naghdi, R., Solgi, A., 2014: Effects of Skidder Passes and Slope on Soil Disturbance in Two Soil Water Contents. Croatian journal of forest engineering. 35 (1): 73–80.
- Papa, I., 2014: Modeli održavanja šumskih cesta na različitim reljefnim područjima. Doktorska disertacija, Zagreb, 284 str.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., 2006: Uspostava optimalne mreže šumskih cesta na terenu–smjernice unapređenja pojedine faze rada. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 5: 647–663 str.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., Papa, I., Potočnik, I., 2011: Primarno otvaranje šuma različitih reljefnih područja Republike Hrvatske. Croatian journal of forest engineering. 32 (1): 401–416.
- Pentek, T., 2012: Skripta iz kolegija Šumske prometnice. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 373 str.
- Pentek, T., Poršinsky, T., 2012: Forest Transportation Systems as a Key Factor in Quality Management of Forest Ecosystems. Forest Ecosystems – More than Just Trees / Blanco, Juan A. ; Lo, Yueh-Hsin (ur.). Rijeka : InTech: 433–464 str.
- Pentek, T., Potočnik, I., Jurušić, Z., Lepoglavec, K., 2012: Strategic planning of forest road network in Croatia – analysis of present situation as basis for future activities. Symposium on Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment, Šumarski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, CD-ROM.

- Pentek, T., Nevečerel, H., Ecimović, T., Lepoglavec, K., Papa, I., Tomašić, Ž., 2014: Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojecega stanja kao podloga za buduće aktivnosti. Nova mehanizacija šumarstva, 35 (1): 63–78.
- Pičman, D., 2007: Šumske prometnice. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 460 str.
- Potočnik, I., 1992: Ekonomski in tehnički vidiki vzdrževanja gozdnih cest. Magistarski rad, Ljubljana, 129 str.
- Potočnik, I., 1996: Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo. Disertacija, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, 241 str.
- Potočnik, I., Yoshioka, T., Miyamoto, Y., Igarashi, H., Sakai, H., 2005: Maintenance of forest road network by natural forest management in Tokyo University Forest in Hokkaido, Croatian Journal of Forest Engineering 26(2): 71–78.
- Potočnik, I., 2007: Skripta iz predmeta Gozdne prometnice. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, 221 str.
- Potočnik, I., 2009: Maintenance of forest roads. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty Slovenia. 60 ppt.
- Potočnik, I., Hribernik, B., Nevečerel, H., Pentek, T., 2015: Maintenance of forest roads – the need for sustainable forest management. Conference proceedings „Forest engineering – current situation and future challenges“. Institute of Forest Engineering, Faculty of Forestry University of Zagreb, 1–4.
- Solgi, A., Najafi, A., Sadeghi, S.H., 2014: Effects of traffic frequency and skid trail slope on surface runoff and sediment yield. International Journal of Forest Engineering 25(2): 171–178.
- Stampfer, K., 2010: Forest Engineering – Course Script. Institute of Forest Engineering, Department of Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences – BOKU, Vienna, Austria.
- Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., Sever, S., 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 78 str.
- Tehrani, F.B., Majnounian, B., Abdi, E., Amiri, G.Z., 2015: Impacts of Forest Road on Plant Species Diversity in a Hyrcanian Forest, Iran. Croatian journal of forest engineering, 36 (1): 63–71.
- Wells, C.H., 2002: Forest harvesting roads: meeting operational, social and environmental needs with efficiency and economy. Proceedings of the International conference on the Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management in Kuching, Malaysia, 70–90 str.

Summary

Forest roads, civil engineering facilities that enable traffic to motor vehicles all year round, should be regularly maintained after construction to be able to meet, during their life cycle, all tasks provided by Forest Management Plans. High quality and timely maintenance prolongs the life of forest roads, reduces the costs of motor vehicles and frequency of their repair, makes forest roads trafficable throughout the year and increases the safety of all traffic participants. It is especially important to know the current state of the primary forest road infrastructure when optimizing the maintenance of forest roads.

The research was carried out on 7.031 km of Mac Adam forest roads in mountainous selective forests in the management unit „Belevine“, of the educational and experimental forest site of the Faculty of Forestry in Zagreb – Zalesina. Analysis was made of the development methodology, prescribed content and possibility of application of the current register of primary forest road infrastructure. The methodology for developing a detailed (complete/new) register of primary forest road infrastructure (gathering, processing and interpretation of data) was prepared. The most frequent types and intensity of damage of forest roads of mountainous relief area were defined. A detailed register of primary forest road infrastructure was established with all road facilities. All damages of forest roads were classified, quantified and photodocumented. The possibility and feasibility of application of a detailed register of primary forest road infrastructure in operational forestry was analyzed.

The results of research can be applied in operational forestry, and considering the current and especially future share of maintenance costs in the total costs associated with forest operations, their use is recommended. By the development of high quality, methodologically uniform studies of maintenance of forest roads, based on the new methodology of development of a detailed register of primary forest road infrastructure, the most suitable technology can be selected and the dynamics of maintenance services can be planned, along with the control and rationalization of the related costs.

KEY WORDS: forest roads, maintenance of forest roads, register of primary forest traffic infrastructure, type of damage, degree of damage, study of forest roads maintenance

SMANJUJU LI EKTOMIKORIZNE GLJIVE OSJETLJIVOST CRNOG BORA (*Pinus nigra* J. F. Arnold) NA ZARAZU VRSTOM *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton?

DO ECTOMYCORRHIZAL FUNGI REDUCE AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* J. F. Arnold) SUSCEPTIBILITY TO *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton INFECTION?

Željko ZGRABLJČ¹, Zdenko TKALČEC², Armin MEŠIĆ², Hrvoje MARJANOVIĆ³, Danko DIMINIĆ⁴

Sažetak

Mikorizne makrogljive iznimno su značajne za fiziološko stanje biljnog simbionta te ga u određenoj mjeri štite od biotskih i abiotskih uzročnika stresa, ali i patogenih organizama. Na području istraživanja u Istri, patogena gljiva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton uzrokovala je značajna sušenja kultura crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) tijekom posljednjih 25 godina, a odnos ektomikoriznih gljiva i *S. sapinea* do sada nije istraživan. Ovo se istraživanje nastavlja na prijašnja istraživanja predispozicije crnog bora na zarazu gljivom *S. sapinea*, prilikom kojih je utvrđen utjecaj staništa i stresa na zarazu. Cilj ovog istraživanja je bio analizirati mikocenozu kultura crnog bora, kako bi se odredila ovisnost pojavljivanja različitih ektomikoriznih vrsta i njihovih plodišta u odnosu na prisutnost *S. sapinea* na iglicama. Uzorci gljiva sakupljeni su tijekom tri godine (2011–2013.) na tri trajne plohe od 36. do 50. tjedna u godini. Određeni su udjeli ektomikoriznih vrsta i njihovih plodišta u ukupnom broju vrsta i plodišta te su izdvojene vrste koje imaju indikativnu vrijednost za zdravstveno stanje borovih kultura. Rezultati pokazuju jasnu ovisnost pojavljivanja *S. sapinea* o udjelu ektomikoriznih vrsta i njihovih plodišta. Povećanjem udjela ektomikoriznih vrsta i plodišta na 60 % ili više, značajno se smanjuje prisutnost patogena na iglicama. Također, mikocenoze zdravih i oštećenih kultura značajno su se razlikovale po sastavu vrsta.

KLJUČNE RIJEČI: ektomikoriza, makrogljive, bioindikatori, mikocenoza, kultura crnog bora

¹ Dr. sc. Željko Zgrabljić, Hrvatski šumarski institut, Centar za općekorisne funkcije šuma "Josip Ressel", 154. brigade Hrvatske vojske bb, HR-52000 Pazin, Hrvatska, zeljkoz@sumins.hr,

² Dr. sc. Zdenko Tkalcec, Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, ztkalcec@irb.hr, Dr. sc. Armin Mešić, Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, amesic@irb.hr,

³ Dr. sc. Hrvoje Marjanović, Hrvatski šumarski institut, Odjel za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku, Trnjanska cesta 35, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, hrvojem@sumins.hr,

⁴ Prof. dr. sc. Danko Diminić, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Svetosimunska 25, HR-10000 Zagreb, ddiminic@sumfak.hr.

UVOD INTRODUCTION

Tijekom proteklih 25 godina u kulturama crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) u Istri dolazilo je do značajnijih obojnjenja i sušenja stabala i/ili čitavih sastojina uzrokovanih patogenom gljivom *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (Diminić 1994, Diminić i Jurc 1999, Diminić et al. 2012). Gljiva napada iglice te koru izbojaka i grana, prouzrokujući njihovo odumiranje, a posljedica je sušenje dijelova krošnji te u konačnici cijelih stabala. Ovaj oportuni patogen prvi je puta opisan još 1823. godine (kao *Sphaeria sapinea* Fr.; Fries 1823), no u Europi se intenzivno istražuje tek od 1980-ih (Swart i Wingfield 1991). Istraživanja *S. sapinea* u nas ukazala su na velik utjecaj suše, a u pojedinim slučajevima i SO₂ depozicija kao predisponirajućim čimbenicima na nastanak i razvoj bolesti (Diminić 1994, 1999; Diminić et al. 2003). Analizama ovog patogena u Hrvatskoj je utvrđen jedino agresivan morfotip A ove gljive (Diminić et al. 2004). Istražujući odumiranje stabala u Istri uzrokovano gljivom *S. sapinea*, Diminić et al. (2012) utvrđuju predispoziciju crnog bora na zarazu ovim patogenom, ovisno o matičnoj podlozi i tipu tla na kojem se kultura nalazi, odnosno utvrđena je značajna uloga staništa u predispoziciji crnoga bora na zarazu gljivom *S. sapinea* u sušnim razdobljima. Tijekom navedenog istraživanja zapažena je razlika u mikocenozi borovih kultura. U sjevernoj Dalmaciji je također suša opisana kao predisponirajući čimbenik pri sušenju borova napadnutih od različitih patogena (Pernek et al. 2012).

Vodeći se načelima integrirane zaštite šuma kao održivijeg i ekološki manje štetnog načina zaštite od konvencionalnih metoda zaštite šuma (Feldmann et al. 2003; Repić 2011), ovo istraživanje usmjereno je na mikorizne makrogljive. Prema Arnoldsu (1992) makrogljivama smatramo sve one gljive čija su plodišta vidljiva golim okom, odnosno veća su od 1 mm. Gljive su vrlo važan čimbenik ukupne stabilnosti šume djelujući kao saprotrofi, simbionti (mutualisti) ili paraziti. U šumskim ekosustavima posebno su važne mikorizne gljive s kojima oko 90–95 % viših biljaka ulazi u mikoriznu vezu (Carlile et al. 2001; Kendrick 2000; Pešková 2005). Većina drvenastih biljaka razvija ektomikorizu (ECM), gdje hife gljive stvaraju karakteristični zadebljali omotač oko biljnog korjenčića i prodiru u međustanične prostore ovojnica korijena (Molina 1994; Kendrick 2000). Oko 8000 biljnih vrsta tvori ECM, a među njima i većina najvažnijih gospodarskih vrsta drveća (Dahlberg 2001). Borovi su obligatni simbionti, što znači da ne mogu ostvariti svoj fiziološki razvoj bez ECM (Harley i Harley 1987; Wang i Qiu 2006).

Interes za korištenje i istraživanje mikorize intenzivno raste posljednjih desetljeća zbog mogućnosti njene pozitivne primjene u poljoprivredi, šumarstvu i sanaciji područja deva-

stiranih antropogenim djelovanjem. Mikorizirane biljke bolje podnose šok presadnje, otpornije su na napade patogena u tlu, podnose više temperature tla, viši salinitet te ekstremnije pH uvjete u tlu (Palermo et al. 2003; Das i Varma 2009). Šumska staništa najbogatija su gljivama, a one su jedna od najslabije istraženih skupina organizama (Tkalčec et al. 2008). Prema raznim autorima, u zdravom šumskom ekosustavu broj vrsta i plodišta epigejnih mikoriznih gljiva čini od 40–60 % ukupnog broja vrsta i plodišta (Fellner 1989, 1993; Arnolds 1991; Fellner i Pešková 1995; Egli 2011).

Na temelju dosadašnjih spoznaja o pozitivnom djelovanju mikorize na šumske ekosustave, postavljena je hipoteza da su kulture crnoga bora s većim udjelom mikoriznih vrsta i njihovih plodišta manje osjetljive na zarazu fitopatogenom gljivom *S. sapinea*, te imaju udio ECM vrsta redovito veći od 40 %. Po prvi je puta provedeno istraživanje s ciljem određivanja odnosa broja mikoriznih i saprotrofnih vrsta gljiva i njihovih plodišta te prisutnosti vrste *S. sapinea*, odnosno prosječnog broja njezinih piknida na iglici. Tako će uz već poznate parametre biti moguće odrediti predispoziciju staništa i kultura crnog bora prema zarazi sa *S. sapinea*, te koje mikorizne gljive indiciraju razliku između zdravih i jače zaraženih borovih kultura. Rezultat će poslužiti kao temelj za daljnja proučavanja problematike ekoloških odnosa u istraživanom staništu, te razvoj novih metoda integrirane zaštite kultura crnoga bora.

MATERIJALI I METODE RADA MATERIALS AND METHODS

Prikupljanje uzoraka makrogljiva na terenu obavljeno je tijekom 2011., 2012. i 2013. godine na području Istre, UŠP Buzet, u državnim šumama na području sljedećih šumarija: Pazin, GJ Planik (ploha Previž); Labin, GJ Smokovica (ploha Mali Golji); te Buzet, GJ Kras (ploha Trstenik). Postavljene su tri trajne plohe u kulturama crnog bora pomoću kojih je dobiven uvid u postojeće stanje mikocenoza. Plohe su smještene na različitim tlima, matičnim podlogama, nagibima, ekspozicijama, nadmorskim visinama i u području različitih klimazonalnih zajednica. Lokacije ploha Previž i Mali Golji odabrane su približno na istim mjestima, gdje su istraživanje provodili Diminić et al. (2012). Broj stabala po plohamu se kretao od 18 (Mali Golji), 19 (Trstenik) do 50 (Previž). U središtu svake plohe zabilježene su GPS koordinate uređajem Ashtech MobileMapper 10.

Zbog specifičnosti terena i mozaičkog rasporeda sastojina crnog bora u Istri, veličina ploha u ovom istraživanju prilagođena je tome na način da su postavljene manje, neograničene plohe, površine 400 m² (20x20 m). Kako bi se nadoknadio taj nedostatak, povećana je frekvencija uzorkovanja plodišta gljiva. Tijekom prve dvije godine, plohe su pregledavane od 20. do 50. tjedna u godini, svakih 14 dana, a da bi se smanjio eventualni negativni utjecaj sakupljača jestivih

gljiva, uzorkovanje je obavljano uglavnom tijekom srijede, četvrtka i/ili petka (prema Martínez de Aragón 2007). U 2013. godini uzorkovanje je počelo u 36.-om tjednu budući da je nakon prethodne dvije godine ustanovljeno da rani dio sezone gljiva nije značajan za ovo istraživanje, te ti podaci nisu dio prikazanih rezultata.

Prilikom uzorkovanja plodišta gljiva, svaki je uzorak fotografiran digitalnim fotoaparatom, pohranjen u voštanu papirnatu vrećicu te obilježen kako bi se mogao dalje obrađivati u laboratoriju. Jedan uzorak su činila sva plodišta iste vrste gljiva pronađena na pojedinoj plohi istoga dana, ako je vrsta mogla biti određena na terenu. Za ostale vrste koje su morale biti određene kasnije u laboratoriju, uzorak je činilo pojedinačno plodište ili skupina plodišta za koja je procijenjeno da pripadaju istoj vrsti. U laboratoriju su brojana plodišta svakog uzorka, te su zabilježene njihove karakteristike koje se neće vidjeti na fotografijama, a potrebne su za identifikaciju (dimenzije plodišta, miris, okus, guljivost kožice klobuka i dr.). Uzorci su potom sušeni tijekom 48 sati u sušioniku na temperaturi od 35–40 °C, nakon čega su pohranjeni u Hrvatski nacionalni fungarij (CNF). Uzorci koje nije bilo moguće identificirati samo na osnovi makroskopskih karakteristika, određivani su uz pomoć svjetlosnog mikroskopa Olympus BX51 povećanja do 1500× i suvremene taksonomske literature (Breitenbach i Kränzlin 1986, 2000; Kuyper 1986; Kytövuori 1989; Bas et al. 1990, 1995, 1999; Sarnari 1998, 2005; Antonin i Noordeloos 2004, 2010; Knudsen i Vesterholt 2012;). Korištene su standardne metode mikroskopiranja (Mešić i Tkalčec 2009) na suhom materijalu (eksikati plodišta). Podaci o svim uzorcima pohranjeni su u bazu podataka Hrvatskog mikološkog društva (HMD). Trofički status gljivljih vrsta određivan je prema Brundrett (2008), Rinaldi et al. (2008) i Comandini et al. (2012). Nomenklatura gljivljih vrsta preuzeta je iz MycoBank (2015).

Na svim su plohama otvoreni pedološki profili te je obavljena analiza tla u Odjelu za laboratorijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom. Na svakoj je plohi oboren jedno stablo s kojega je izdvojeno pet uzorka grana s vidljivim simptomima zaraze sa *S. sapinea*. Kada nije bilo grana sa simptomima, uzorak je izabran nasumično. Potom je obavljena analiza zaraženosti borovih iglica i izbojaka gljivom *S. sapinea* u Laboratoriju za patologiju drveća Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sa svakog je uzorka uzeto 20 suhih iglica, te njihov izbojak. U slučaju kada nije bilo suhih iglica, nasumično su odabrane ostale iglice. Ukupno je sa svakog stabla analizirano 100 iglica, ukoliko su bile prisutne. Iglice i izbojci ostavljeni su na vlaženje tijekom 48 sati na sobnoj temperaturi u Petrijeve posude s navlaženim filter papirom. Svaka je iglica i izbojak potom pregledana pomoću stereolupe (Leica Leitz MZ8). Na iglicama je bilježen ukupan broj vidljivih piknida *S. sapinea* te eventualni simptomi ostalih bolesti. Kako bi

se potvrdilo da piknide pripadaju *S. sapinea*, iz svakog je uzorka nasumično odabранo pet iglica na kojima su detaljno pregledani presjeci kroz piknide svjetlosnim mikroskopom (Olympus BX53) povećanja do 400× opremljenim digitalnom kamerom Motic MoticamPro 252A. Detaljno su kontrolirane i mjerene spore te izgled i veličina piknida na prerezu.

Na temelju odnosa između broja mikoriznih i saprotrofnih vrsta gljiva i njihovih plodišta određivan je zdravstveni stadij u kojem se pojedina sastojina nalazi (latentni, akutni ili letalni) (prema Fellner i Pešková 1995). Teoretski dobitno stanje uspoređeno je s prisutnošću patogene gljive *S. sapinea* u krošnjama stabala, odnosno prosječnim brojem piknida na iglici. Vrste iz sljedećih rodova korištene su kao osjetljivi bioindikatori staništa: *Hydnellum* L., *Sarcodon* Quél. ex P. Karst., *Phellodon* P. Karst., *Hydnellum* P. Karst., *Boletopsis* Fayod, *Cantharellus* Juss., *Suillus* Gray, *Cortinarius* (Pers.) Gray i *Tricholoma* (Fr.) Staude (Taylor 1995; Matičec et al. 2000; Kraigher et al. 2007). Kao osjetljivi mikobioidikator za središnju Europu navedena je *Russula mustelinia* Fr. (Fellner i Pešková 1995). Za statističku obradu podataka (Kruskal-Wallis test, korelacija, regresija) korišten je softverski paket Statistica 10 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA, 2010). Ovisnost prosječnog broja piknida na iglici i udjela ECM vrsta i plodišta interpretirana je regresijskom analizom. Grafički prikazi izrađeni su pomoću MS Excel programa (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA, 2010). Za testiranje statističke signifikantnosti prilikom svih analiza korišten je stupanj značajnosti od 0,05.

REZULTATI RADA

RESULTS

Na temelju otvorenih pedoloških profila i kemijske analize uzorka utvrđeni su sljedeći tipovi tala: crvenica lesivirana (Mali Golji), smeđe na vapnencu (Trstenik) i eutrično smeđe na flišu (Previž). Rezultati kemijske analize prikazani su u Tablici 1.

Tijekom tri godine istraživanja evidentirano je ukupno 2841 plodište te 88 gljivljih vrsta iz 37 rodova. Na ECM makrogljive otpada 2288 plodišta i 47 vrsta, dok je 41 vrsta i 553 plodišta bilo saprotrofno. Ploha Previž statistički se značajno razlikovala od ostale dvije s obzirom na broj plodišta gljivljih vrsta (Kruskal-Wallis test; $H = 9,38$, $df = 2$, $p = 0,0092$). Najviše vrsta zabilježeno je na plohi Trstenik, ukupno 44 (22 ECM), 39 na plohi Previž (25 ECM), a najmanje na plohi Mali Golji, ukupno 30 (13 ECM) (Slika 1.). Najviše plodišta pojavilo se tijekom 2013., a najmanje tijekom 2011. godine (Slika 2). Podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za promatrano razdoblje pokazuju da je 2011. bila izrazito sušna i nepovoljna za gljive, dok je 2013. zabilježena iznadprosječna količina oborina na tri relevantne meteorološke postaje (Tablica 2.).

Tablica 1. Rezultati kemijske analize profila tla na plohamu**Table 1** Results of soil profiles chemical analyses

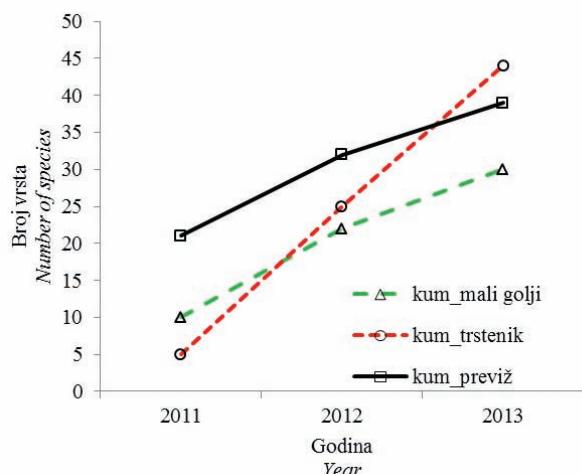
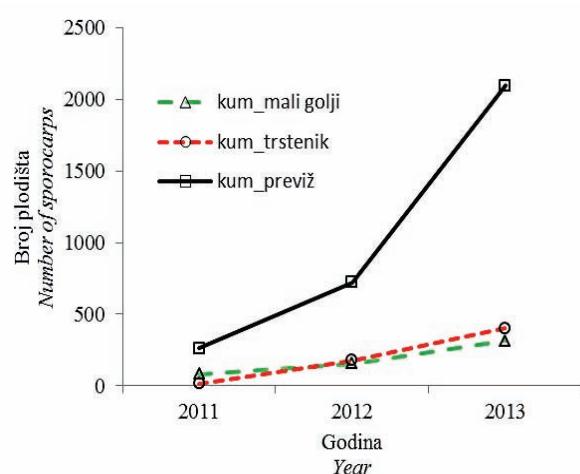
Profil / ploha Profile / plot	Dubina Depth	pH		mg/100g tla mg/100g soil		N	Humus Humus	C	C/N	CaCO ₃
		Cm Cm	H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅					
Mali Golji	0–1	5,59	4,84	2,65	14,32	0,97	19,25	11,19	11,54	—
	5–35	5,69	4,13	3,93	21,20	0,16	3,59	2,09	13,06	—
Trstenik	0–5	5,31	4,48	1,59	28,31	1,37	28,76	16,72	12,20	—
	8–35	7,26	6,07	3,61	14,10	0,25	4,76	2,77	11,03	0,82
Previž	0–1	5,62	4,57	10,76	57,60	0,99	35,00	20,35	20,56	—
	5–20	7,37	6,04	2,79	11,61	0,08	1,56	0,91	11,38	3,30
	40–60	7,90	6,78	4,76	12,87	0,04	0,82	0,48	12,00	3,33

Tablica 2. Oborine, temperaturna i period praćenja klimatoloških podataka za postaje Abrami, Letaj – brana i Pazin**Table 2** Precipitation, temperatures and monitoring period of meteorological data for stations Abrami, Letaj – brana and Pazin

Meteorološka postaja Meteorological station	Oborine (mm) Precipitation (mm)				Temperatura (°C) Temperature (°C)				Period praćenja Monitoring period
	2011	2012	2013	Prosjek Average	2011	2012	2013	Prosjek Average	
Abrami	798,8	959,7	1406,6	1111,0	12,7	13,0	12,3	12,4	1981–2013
Letaj – brana	731,5	1145,7	1653,0	1149,1	12,6	12,8	12,8	12,3	1995–2013
Pazin	838,8	942,3	1309,8	1042,5	12,1	12,5	12,2	11,6	1981–2013

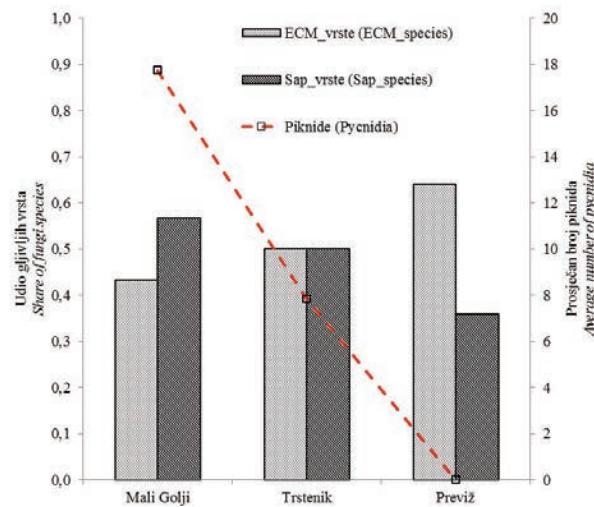
Izvor: Državni hidrometeorološki zavod (2015)

Source: Meteorological and Hydrological Service (2015)

**Slika 1.** Kumulativni broj evidentiranih vrsta na plohamu tijekom istraživanog razdoblja**Figure 1** Cumulative number of recorded species on plots through research period**Slika 2.** Kumulativni broj plodišta na plohamu tijekom istraživanog razdoblja**Figure 2** Cumulative number of sporocarps on plots through research period

Najveći udio ECM vrsta makrogljiva za sve godine istraživanja ukupno zabilježen je na plohi Previž (64,10%), a najmanji na plohi Mali Golji (43,33%) (Slika 3.). Na plohi Previž udio plodišta ECM makrogljiva u ukupnom broju plodišta iznosio je čak 96,42%, dok je najmanji udio ECM plodišta zabilježen na plohi Mali Golji i iznosio je 23,49%. Navedene vrijednosti prate i trendovi prosječnog broja pi-

knida *S. sapinea* na iglicama crnog bora. Piknide *S. sapinea* nisu pronađene na plohi Previž, dok je njihov prosječan broj po iglici na plohi Mali Golji bio 17,73, odnosno 7,82 na plohi Trstenik. Sve plohe se statistički značajno razlikuju s obzirom na broj piknida po iglici (Kruskal-Wallis test; $H = 121,5206$, $df = 2$, $p = 0,0000$). Uz *S. sapinea*, na iglicama je pronađena i vrsta *Truncatella hartigii* (Tubeuf) Steyaert.



Slika 3. Udio ECM i saprotrofnih vrsta u ukupnom broju vrsta i prosječan broj piknida na iglici

Figure 3. Share of ECM and saprotrophic species in total count of species and average number of pycnidia on needle

Udio ECM vrsta pokazuje visoki stupanj negativne korelacije s prosječnim brojem piknida *S. sapinea* na iglici ($r = -0,9632$, $p = 0,173$), ali regresijski model nije statistički značajan ($p < 0,05$). Promatramo li ovisnost prosječnog broja piknida na iglicama s obzirom na udio ECM vrsta gljiva, vidljiv je trend koji ukazuje da povećanje udjela ECM vrsta dovodi do brzog pada prosječnog broja piknida na iglici (Slika 4.). S druge strane, u uvjetima destruirane ECM zajednice očekivani prosječni broj piknida prelazi vrijednost od 34 piknida po iglici. Kulture s više od 60% udjela ECM vrsta pokazuju mnogo manji broj piknida na pojedinoj iglici. Nadalje, regresijska analiza pokazuje da u slučaju kada

udio ECM vrsta prelazi 75%, možemo očekivati nezaražene iglice sa *S. sapinea*.

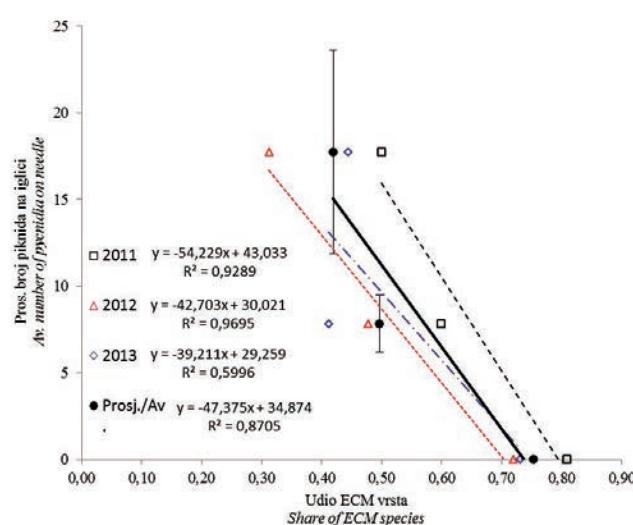
Slični trendovi vrijede i s obzirom na udio ECM plodišta koja ipak manje utječe na prosječan broj piknida na iglici. Prosječan broj piknida *S. sapinea* na iglici pokazuje visoki stupanj negativne korelacije s obzirom na udio ECM plodišta ($r = -0,9676$, $p = 0,162$), ali regresijski model kao i kod udjela vrsta nije statistički značajan ($p < 0,05$). Rezultati pokazuju da u kulturama koje imaju udio ECM plodišta manji od 15% možemo očekivati jaku zarazu s 15 ili više piknida na pojedinoj iglici (Slika 5.). Prema regresijskom modelu, tek kada udio ECM plodišta dostigne 90% ili više možemo očekivati izostanak piknida s iglica. Korelacije prosječnog broja piknida na iglici, udjela ECM vrsta i plodišta prema sadržaju kalija (K_2O), dušika (N), ugljika (C), odnosa C:N i humusa u organskom horizontu tla prikazane su u Tablici 3.

Na plohi Previš pojavilo se više osjetljivih ECM vrsta, po čemu se ova ploha značajno razlikovala od preostale dvije.

Tablica 3. Korelacije prosječnog broj piknida, udjela ECM vrsta i ECM plodišta naspram sadržaja kalija (K), dušika (N), ugljika (C), odnosa C:N i humusa u organskom horizontu tla. * – statistički značajno.

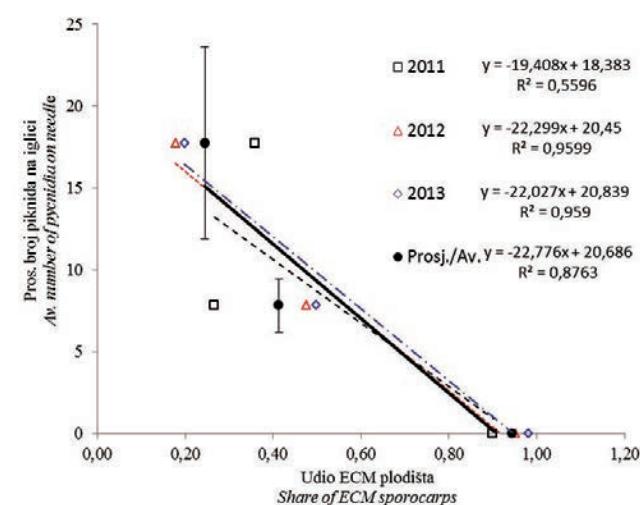
Table 3. Correlation of average pycnidia number, ECM spores share and ECM sporocarp share towards the content of potassium (K), nitrogen (N), carbon (C), C:N ratio and humus in organic soil layer. * – statistically significant.

Korelacije su značajne pri $p < 0,05$ N=3					
Correlations are significant at $p < 0,05$ N=3					
	K2O	N%	C%	C:N	Humus%
piknide	-0,9639	-0,1125	-0,9987*	-0,8647	-0,9987*
%ECM_vrst	1,0000*	-0,1588	0,9483	0,9679	0,9482
%ECM_pl	0,9999*	-0,1419	0,9536	0,9635	0,9535



Slika 4. Prosječan broj piknida na iglici s obzirom na udio ECM vrsta (po godinama i prosjek za cijelo razdoblje uz 95 %-tni interval pouzdanosti)

Figure 4 Average number of pycnidia on needle in ratio to ECM species (by years and average for survey period with 95% confidence interval)



Slika 5. Prosječan broj piknida na iglici s obzirom na udio ECM plodišta (po godinama i prosjek za cijelo razdoblje uz 95 %-tni interval pouzdanosti)

Figure 5 Average number of pycnidia on needle in ratio to ECM sporocarps (by years and average for survey period with 95% confidence interval)

Evidentirano je po pet vrsta roda *Tricholoma* i roda *Suillus* među kojma ćemo izdvojiti rjeđe vrste, *T. caligatum* (Viv.) Ricken (Slika 6.) i *S. mediterraneensis* Jacquet. & J. Blum) Redeuilh (Slika 7.). Od hidnoidnih vrsta zabilježene su *Hydnus albidum* Peck, *Hydnellum ferrugineum* (Fr.) P. Karst. i *Phellodon niger* (Fr.) P. Karst. (Slika 8.). Vrsta *Cantharellus lutescens* (Pers.) Fr. (Slika 9.) ujedno je bila vrsta s najviše plodišta tijekom ovog istraživanja. ECM vrste svojstvene za plohu Trstenik su *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt., *C. coralloides* (L.) J. Schröt., *C. rugosa* (Bull.) J. Schröt., *Inocybe bongardii* (Weinm.) Quél., *I. geophylla* (Sowerby) P. Kumm., *Ramaria gracilis* (Pers.) Quél. i *Russula chloroides* (Krombh.) Bres. Kultura najlošijeg zdravstvenog stanja, Mali Golji, razlikovala se po ECM vrstama *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K. Mill., *Lactarius atlanticus* Bon, *L. aurantiacus* (Pers.) Gray i *Russula delica* Fr. ECM vrsta *Suillus granulatus* (L.) Roussel evidentirana je na svim plohama, zbog čega smatramo da nema indikatorska svojstva u smislu ovoga rada.



Slika 6. *Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken

Figure 6 *Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken

Najčešće saprotrofne vrste bile su *Mycena galopus* (Pers.) P. Kumm., *M. pura* (Pers.) P. Kumm. i *Baeospora myosura* (Fr.) Singer, te lignikolna vrsta *Gymnopilus penetrans* (Fr.) Murrill koja je bila najbrojnija i česta vrsta na plohi Mali Golji.

S obzirom na prikazane rezultate, istraživane borove kulture možemo svrstati u zdravstvene kategorije – stadije. Ploha Previž udjelom ECM vrsta i plodišta pokazuje dobro zdravstveno stanje bez simptoma odumiranja. *S. sapinea* nije prisutna na istraživanoj lokaciji i moguće je očekivati nesmetan daljnji razvoj zdrave borove kulture. Ploha Trstenik imala je jednak udio ECM vrsta kao i onih saprotrofnih, te tek nešto manji udio ECM plodišta (48,02 %). *S. sapinea* je prisutna u kulturi, ali nisu zabilježene veće štete. Ukoliko se udio ECM plodišta i vrsta ne bi smanjivao, moguće je očekivati normalan razvoj kulture. Iako je ploha Mali Golji također imala udio ECM vrsta iznad kritične granice od 40 %, udio ECM plodišta od 23,49 % te veći prosječan broj piknida na iglici otkriva jače narušeno zdravstveno stanje te je stoga kultura svrstana u latentni stadij.



Slika 8. *Phellodon niger* (Fr.) P. Karst.

Figure 8 *Phellodon niger* (Fr.) P. Karst.



Slika 7. *Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh

Figure 7 *Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh



Slika 9. *Cantharellus lutescens* (Pers.) Fr.

Figure 9 *Cantharellus lutescens* (Pers.) Fr.

RASPRAVA DISCUSSION

Mnoga dosadašnja istraživanja potvrdila su višestruki značaj ektomikorize u šumskim ekosustavima, a pojedina gledišta poput utjecaja zračnog onečišćenja na ECM ili pozitivnog djelovanja mikoriznog inokuluma na sadnice su detaljno istražena (González-Ochoa et al. 2003; Kraigher et al. 2007). Sama plodišta makrogljiva pokazuju veliku varijaciju u pojavljivanju i brojnosti, zahtijevaju duže razdoblje praćenja te veće iskustvo prilikom identifikacije plodišta, što često otežava nedostatna ili konfuzna taksonomska literatura i nedostatak profesionalnih mikologa (Arnolds 1999, 2001). Gotovo redovito su nova istraživanja ovog tipa praćena primjenom modernih molekularnih metoda, no niti pomoću njih nije moguće dobiti sve odgovore na postavljena pitanja. Suprotno tomu, plodišta gljiva u povoljnim uvjetima lako su dostupna, te je pomoću unaprijed određenih metoda moguće brzo i učinkovito snimiti i predviđjeti razvoj događaja u ciljanim šumskim ekosustavima (Matočec et al. 2000). Jedna od glavnih prednosti proučavanja plodišta umjesto morfotipova ili DNA sekvenci je popis vrsta koji se dobije takvim istraživanjima (za većinu gljivljih vrsta još uvijek ne postoje podaci o njihovim DNA sekvencama). Generalno, takva su istraživanja i mnogo jeftinija od molekularnih (Schmit i Lodge 2005). Našim je istraživanjem istovremeno povećano znanje o raznolikosti i rasprostranjenosti gljivljih vrsta u Hrvatskoj. Do sada je ektomikoriza vrlo rijetko povezivana s pojmom specifičnog patogena na biljnem domaćinu. Takvo je eksperimentalno istraživanje provedeno na duglaziji napadnutoj patogenom gljivom *Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr. (eng. Swiss Needle Cast – SNC). Rezultati su pokazali povezanost mikorize i patogena, no nije bilo moguće razlučiti utjecaj patogena i gospodarskih zahvata na ECM (Luoma i Eberhart 2006; 2009).

Dobivene rezultate našeg istraživanja nije moguće izravno usporediti s dostupnom literaturom, ali je potvrđena očekivana pojavnost patogena u odnosu na ECM makrogljive. Kako bi se trendovi potvrdili, u budućim istraživanjima trebat će procijeniti osutnost krošanja da bi se taj parametar mogao usporediti s postojećim podacima i potvrditi postoji li pravilnost između stupnja osutnosti krošanja i istraživanog patogena. Rezultati također ukazuju da vjerojatno postoji značajna uloga staništa, poglavito organskog sloja tla, kao predispionirajućeg čimbenika za pojavu patogena, kao i razvijenosti (raznolikosti) ECM zajednice. Promatrajući plohu Mali Golji vidljivo je da, ukoliko se nastavi negativan trend smanjivanja ECM vrsta i plodišta, može se očekivati prelazak kulture u akutni stadij kada dolazi do pada udjela ECM vrsta ispod 40 %. Tada se može očekivati jače propadanje i zaraze sa *S. sapinea*, posebno ukoliko se dogodi stresni poremećaj uzrokovan pojedinim abiotskim ili biotskim čimbenicima, ponajprije sušom (Diminić et al. 2012). Stoga

je takvu borovu kulturu poželjno dalje pratiti, kako bi se mogao predvidjeti i eventualno prevenirati neželjeni scenarij.

Prema rezultatima Diminića et al. (2012), u ishrani borova ključan je odnos kalija i dušika u iglicama gdje je povećana opskrba dušikom odražavala lošije zdravstveno stanje borove kulture. Suprotno tomu, viša razina kalija ustanovljena je u iglicama borova u vizualno zdravim kulturama. Obavljena kemijska analiza tla ukazuje na sličan trend koji se manifestira u tlu. Ploha Previž, na kojoj nije bio prisutan istraživani patogen, imala je višu razinu kalija i fosfora te viši postotak humusa i karbonata od ostale dvije plohe. To ukazuje na kompleksnost odnosa u šumskom ekosustavu, pa će se vezu između opskrbljenoosti tla kalijem i prisutnosti *S. sapinea* trebati potvrditi dalnjim istraživanjima. Jedna od mogućnosti je provođenje pokusa gnojidbe kalijem na staništima koja imaju nisku razinu opskrbljenoosti ovim elementom (ispod 40 mg K₂O na 100 g tla).

Iako Egli (2011) navodi da mikorizne gljive zasigurno imaju iznimno značenje u održavanju stabilnosti šumskih ekosustava, istovremeno ističe kako dosadašnja istraživanja unatoč svim naporima nisu dala jasnu potvrdu da ECM gljive mogu poslužiti kao bioindikatori zdravstvenog stanja ili ih se barem kao takve ne može generalizirati. Ipak, naše je istraživanje pokazalo pozitivnu korelaciju između vrsta iz mikobioindikatorskih rodova i zdravih kultura crnog bora, te jaku negativnu korelaciju između ECM vrsta i plodišta prema prosječnom broju piknida na pojedinoj iglici. Trenutno se procijenjeno zdravstveno stanje borovih kultura bitno ne razlikuje od rezultata koje su objavili Diminić et al. (2012). Međutim, mikobioindikatore u različitim tipovima staništa potrebno je specificirati, jer su ECM vrste često specijalizirane po pitanju svog fitobionta i ne predstavljaju jednako dobro svako šumsko stanište.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Na temelju dobivenih rezultata praćenja mikocenoze kultura crnog bora u Istri i prisutnosti *S. sapinea* na iglicama u ovisnosti o udjelu ECM vrsta i plodišta, navodimo sljedeće zaključke:

- 1) Istraživane kulture crnog bora razlikuju se po brojnosti ECM vrsta i plodišta, udjelu trofičkih grupa te prosječnom broju piknida *S. sapinea* na iglici. Ploha Previž imala je najveći udio ECM vrsta i plodišta (64,10/96,42%), a piknide *S. sapinea* nisu pronađene. Ploha Mali Golji imala je najmanji udio ECM vrsta i plodišta (43,33/23,49%), a istovremeno najviši prosječni broj piknida po iglici (17,73).
- 2) Prosječan broj piknida na iglici snažno je povezan s udjelom ECM vrsta i plodišta, ali statistička značajnost nije

potvrđena. Prema regresijskom modelu, ukoliko bi došlo do povećanja prosječnog broja piknida na iglici iznad 34, mogla bi se očekivati destrukcija ECM zajednice. Ukoliko udio ECM vrsta prelazi 75%, možemo očekivati iglice koje nisu zaražene sa *S. sapinea*. Sličan trend vrijedi i za udio ECM plodišta.

- 3) Na plohi Previš pojavila se većina predviđenih osjetljivih mikobioindikatora, što uz odsutnost *S. sapinea* ukazuje na dobro zdravstveno stanje i očekivani pozitivan daljnji razvoj kulture.
- 4) Ploha Mali Golji u latentnom je stadiju i pokazuje trend gubitka ECM plodišta. Ukoliko se takav trend nastavi, predviđa se ulazak u akutni stadij oštećenosti kada se mogu očekivati veće štete i sušenja.
- 5) Unatoč rezultatima koji potvrđuju postavljenu hipotezu istraživanja, još uvijek nije moguće sa sigurnošću odgovoriti na osnovna ekološka pitanja o funkcionalnoj ulozi pojedine ECM vrste u otpornosti crnog bora prema zaraži sa *S. sapinea*, ali i drugim stresnim biotskim i abiotiskim čimbenicima. Stoga je potrebno provoditi kompleksnija istraživanja ove tematike u budućnosti, uz detaljnu analizu stanišnih uvjeta i uključivanje modernih molekularnih metoda te povećanje uzorka, što bi pružilo preciznije i pouzdanije rezultate koji bi omogućili razvoj novih učinkovitih metoda integrirane zaštite šuma.

ZAHVALA ACKNOWLEDGMENT

Ovo istraživanje djelomično je finansiralo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta u sklopu projekata *Rast i razvoj šuma u različitim ekološkim i gospodarskim uvjetima* (024-0242049-2106) i *Biotski čimbenici propadanja šumskog drveća na kršu Hrvatske* (068-0681966-2775), te Upravni odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu Istarske županije. Hvala djelatnicima Hrvatskog šumarskog instituta, Centra za općekorisne funkcije šuma "Josip Ressel" na pomoći prilikom sakupljanja i obrade uzoraka gljiva. Za pomoći prilikom obrade uzorka *Sphaeropsis sapinea* zahvaljujemo Marnu Milotiću i Jeleni Kranjec. Također, veliko hvala djelatnicima Šumarije Labin na pomoći prilikom postavljanja istraživačkih ploha. Posebno se zahvaljujemo Državnom hidrometeorološkom zavodu na ustupljenim klimatološkim podacima.

LITERATURA REFERENCES

- Antonín, V., M. E. Noordeloos, 2004: A monograph of the genera Hemimycena, Delicatula, Fayodia, Gamundia, Myxomphalia, Resinomyces, Rickenella and Xeromphalina (Tribus Mycenae sensu Singer, Mycena excluded) in Europe. IHW Verlag, Eching, 1–279.
- Antonín, V., M. E. Noordeloos, 2010: A monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe. IHW-Verlag, Eching, 1–478.
- Arnolds, E., 1991: Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. Agr Ecosyst Environ, 35: 209–244.
- Arnolds, E., 1992: The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. U: Winterhoff, W., (ur.), Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, str. 7–47.
- Arnolds, E., 1999: Conservation and management of fungi in Europe. U: Synge, H. i Akeroyd, J., (ur.), Planta Europa, Proceedings of the second European conference on the conservation of wild plants. Uppsala, str. 129–139.
- Arnolds, E., 2001: The future of fungi in Europe: treats, conservation and management. U: Moore, D., Nauta, M. M., Evans, S. E. i Rotheroe, M., (ur.), Fungal conservation – issues and solutions. Cambridge University Press, Cambridge, str. 64–80.
- Bas, C., T. W. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga, (ur.), 1990: Flora agaricina neerlandica. 2. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, str. 1–137.
- Bas, C., T. W. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga, (ur.), 1995: Flora agaricina neerlandica. 3. A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, str. 1–183.
- Bas, C., T. W. Kuyper, M. E. Noordeloos, E. C. Vellinga, (ur.), 1999: Flora agaricina neerlandica. 4. A. A. Balkema, Rotterdam – Brookfield, str. 1–191.
- Breitenbach, J., F. Kränzlin, 1986: Fungi of Switzerland. Volume 2: Non-Gilled Fungi. Luzern, Switzerland, Verlag Mykologia, str. 1–412.
- Breitenbach, J., F. Kränzlin, 2000: Fungi of Switzerland. 5. Mykologia Luzern, Luzern, str. 1–338
- Brundrett, M. C., 2008: Ectomycorrhizas. U: Mycorrhizal Associations: The Web Resource. Version 2.0. Pristupljeno: 23. 03. 2015. <http://mycorrhizas.info/ecm.html>.
- Carlile, M. J., S. C. Watkinson, G. W. Gooday, 2001: The Fungi. 2nd Ed. Academic Press, London, str. 1–588.
- Comandini, O., A. C. Rinaldi, T. W. Kuyper, 2012: Measuring and estimating ectomycorrhizal fungal diversity: a continuous challenge. U: Pagano, M., (ur.), Mycorrhiza: occurrence in natural and restored environments. Nova Science Publishers. Nueva York, str. 165–200.
- Dahlberg, A., 2001: Community ecology of ectomycorrhizal fungi: an advancing interdisciplinary field. New Phytol, 150(3): 555–562.
- Das, A., A. Varma, 2009: Symbiosis: The Art of Living. U: Varma, A. i Kharkwal, A. C., (ur.), Symbiotic Fungi, Principles and Practice. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, str. 1–46.
- DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod
- Diminić, D., 1994: Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri. Glas šum pokuse 30:21–60.
- Diminić, D., 1999: The presence of fungus *Sphaeropsis sapinea* on pines in Croatia. U: B. Forster, M. Knížek, W. Grodzki (ur.), Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, Proceedings of 2nd Workshop IUFRO WP 7.03.10, Switzerland, April, 20–23, 1999, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Sion-Châteauneuf, str. 189–193.
- Diminić, D., M. Jurc, 1999: Some aspects of *Sphaeropsis sapinea* presence on Austrian pine in Croatia and Slovenia. Phyton, 39(3): 231–234.

- Diminić, D., B. Hrašovec, N. Potočić, 2003: The contributing role of SO₂ and drought in forest decline of Austrian pine in coastal Croatia. *Ekol Bratislava* 22(Suppl. 1):80–83.
- Diminić, D., B. C. Van Dam, B. Hrašovec, 2004: *Sphaeropsis sapinea*: The cultural characteristics of isolates in relation to various impacts on pines in Croatia. *Acta Phytopathol Entomol Hun* 39:383–397.
- Diminić, D., N. Potočić, I. Seletković, 2012: Uloga staništa u predispoziciji crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) na zarazu fitopatogenom gljivom *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton u Istri. *Sumar list*, 136 (1–2): 19–36.
- Egli, S., 2011: Mycorrhizal mushrooms diversity and productivity – an indicator of forest health? *Ann For Sci*, 68: 81–88.
- Feldmann, F., I. Hutter, C. Grotkass, 2003: Mycorrhizal fungi as factors of integrated plant protection in urban horticulture: the state of the art. *Mitt. d. Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 394: 205–211.
- Fellner, R., 1989: Mycorrhiza-forming fungi as bioindicators of air pollution. *Agaric Ecosystems Environ*, 28: 115–120.
- Fellner, R., V. Pešková, 1995: Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can J Bot*, 73(Suppl. 1): 1310–1315.
- Fries, E. M., 1823: *Systema Mycologicum*. II. *Gryphiswaldiae*, str. 1–621.
- González-Ochoa, A. I., J. De Las Heras, P. Torres, E. Sánchez-Gómez, 2003: Mycorrhization of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinaster* Aiton seedlings in two commercial nurseries. *Ann For Sci*, 60(1): 43–48.
- Harley, J. L., E. L. Harley, 1987: A check-list of mycorrhiza in the British flora. *New Phytol*, 105(Suppl.): 1–102.
- Kendrick, B., 2000: The fifth kingdom, Third edition. Focus Publishing, R. Pullins Co., Newburyport, str. 1–373.
- Knudsen, H., J. Vesterholt, 2012: *Funga Nordica*: agaricoid, boletoid and cyphelloid genera. Nordsvamp, Copenhagen, Denmark, str. 1–1083.
- Kraigher, H., S. A. S. Petkovsek, T. Grebenc, P. Simončič, 2007: Types of ectomycorrhiza as pollution stress indicators: case studies in Slovenia. *Environ monit assess*, 128(1–3): 31–45.
- Kuyper, T. W., 1986: A revision of the genus *Inocybe* in Europe. I. Subgenus *Inosperma* and the smooth-spored species of subgenus *Inocybe*. – *Persoonia*, Suppl. 3. Rijksherbarium, Leiden, str. 1–247.
- Luoma, D. L., J. L. Eberhart, 2006: Are differences in the ectomycorrhiza community correlated with swiss needle cast severity? U: Shaw, D., (ur.), Swiss needle cast cooperative, Annual report, Oregon State University, Corvallis, str. 60–64.
- Luoma, D., J. Eberhart, 2009: Second-year Response of Ectomycorrhizae to Soil Nutritional Amendments Across a Gradient of SNC Disease. U: Shaw, D. i Wooley, T., (ur.), Annual Report 2009, Swiss Needle Cast Cooperative, College of Forestry, Oregon State University, Corvallis, str. 85–98.
- Martínez de Aragón, J., J. A. Bonet, C. R. Fischer, C. Colinas, 2007: Productivity of ectomycorrhizal and selected edible sapro-trophic fungi in pine forests of the pre Pyrenees Mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *For Ecol Manag*, 252: 239–256.
- Matočec, N., O. Antonić, D. Mrvoš, A. Piltaver, D. Hatić, D. Bukovec, 2000: An estimate of fir forest health based on mycobiological indication: the Križ stream catchment area, Gorski Kotar, Croatia, a case study. *Nat. Croat*, 9(1) :15–33.
- Mešić, A., Z. Tkalcèc, 2009: Studies on Croatian Basidiomycota 1: *Gerhardtia piperata* (Agaricales). *Mycotaxon* 110: 413–421.
- Molina, R., 1994: The role of mycorrhizal symbioses in the health of Giant Redwoods and other forest ecosystems. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-151, str. 78–81.
- MycoBank, 2015: Internazional Mycological Association. Pristupljeno: 30. 03. 2015. <http://www.mycobank.org/BioloMICS.aspx?Link=T&TableKey=14682616000000067&Rec=25932&Fields=All>
- Palermo, B. L., K. M. Clancy, G. W. Koch, 2003: The potential role of ectomycorrhizal fungi in determining Douglas-fir resistance to defoliation by the Western Spruce Budworm (Lepidoptera: Torticidae). *J Econ Entomol*, 96(3):783–791.
- Pernek, M., S. Novak Agbaba, N. Lacković, N. Đođ, I. Lukić, S. Wirth, 2012: Uloga biotičkih čimbenika u sušenju borova (*Pinus* spp.) na području sjeverne Dalmacije. *Sumar list*, 136(5–6): 343–354.
- Pešková, V., 2005: Dynamics of oak mycorrhizas. *J For Sci*, 51: 259–267.
- Repáč, I., 2011: Ectomycorrhizal Inoculum and Inoculation Techniques. U: Rai, M. i Varma, A. (ur.), *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae, Soil Biology 25*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, str. 43–66, DOI 10.1007/978-3-642-15196-5_3
- Rinaldi, A. C., O. Comandini, T. W. Kuyper, 2008: Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Divers*, 33: 1–45.
- Sarnari, M., 1998: *Monografia illustrata del Genere Russula in Europa*. Tomo Primo. A.M.B., Trento – Vicenza, str. 1–799.
- Sarnari, M., 2005: *Monografia illustrata del Genere Russula in Europa*. Tomo Secondo. A.M.B., Trento – Vicenza, str. 1–768.
- Schmit, J. P., D. J. Lodge, 2005: Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity. U: Dighton, J., White, J. F. i Oudemans, P., (ur.), *The Fungal Community: its organization and role in the ecosystem*, 3rd Edition, CRC Press, str. 193–214.
- Swart W.J., M. J. Wingfield 1991: Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. *Plant Dis*, 75: 761–766.
- Taylor, A. F. S., 1995: Ectomycorrhizal response to environmental perturbation. U: *Proceedings of the BIOFOSP*. Slovenian Forestry Institute & BF, Ljubljana, str. 173–180.
- Tkalcèc, Z., A. Mešić, N. Matočec, I. Kušan, 2008: Crvena knjiga gljiva Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 1–428.
- Wang, B., Y. L. Qiu, 2006: Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16: 299–363.

Summary

Mycorrhizal macrofungi play an important role in plant physiological condition and help protecting their hosts from biotic and abiotic stress and pathogens. At the research area in Istria, western Croatia, pathogenic fungus *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton has caused substantial damage in Austrian pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) plantations through the last 25 years. During the previous research activities on predisposition to *S. sapinea* infections, site and stress conditions are determined as key factors. Back then, existing differences in fungal communities at disturbed and healthy Austrian pine plantations were observed. We hypothesized that Austrian pine plantations with higher ratio of ECM species and their sporocarps (minimum 40% of ECM species) are less susceptible to *S. sapinea* infection. It is the first research on linkage between ECM species and *S. sapinea* infection rate on Austrian pine needles.

Fungal samples were collected on three different permanent research plots of 400 m² each, for three consecutive years (2011–2013) from week 36 to week 50, every fortnight. All samples were recorded with digital camera. Each fungal species and all its sporocarps on the plot represented one sample. They were collected in a wax paper bags, assigned and processed in laboratory on the same day. Sporocarps were counted and dried for 48 hours at 35–40 °C. Afterwards, they were packed in plastic bags and deposited to Croatian National Fungarium (CNF) for further identification. For all plots we analyzed soil samples and recorded soil profiles. Symptomatic branches and needles were taken from one tree per plot to analyze *S. sapinea* presence and number of pycnidia. Plantations were assigned, according to ECM fungi share, to different degrees of disturbance (latent, acute or lethal).

Soil analyses defined three different soil types: Tera Rossa (plot Mali Golji), Calcocambisol (plot Trstenik) and Eutric Cambisol on flysch (plot Previž) (Table 1.). In total, 2814 sporocarps (2288 ECM) and 88 species (47 ECM) were recorded, belonging to 37 genera. The maximum species richness was found at plot Trstenik (44 species) (Figure 1.), while the highest sporocarp richness was recorded at plot Previž (Figure 2.). Kruskal-Wallis test showed statistically significant difference between plot Previž and two other plots based on sporocarp number ($H = 9,38$, $df = 2$, $p = 0,0092$). Share of ECM species at plot Previž was 64,10% and 96,42% of sporocarps, respectively. Plot Mali Golji had the least share of ECM species (43,33%) and sporocarps (23,49%) (Figure 3.). *S. sapinea* pycnidia were not found at plot Previž, while at plot Mali Golji an average of 17,73 pycnidia per needle were recorded. On analyzed needles, together with *S. sapinea*, we found present *Truncatella hartigii* (Tubuef) Steyaert. Kruskal-Wallis test showed statistically significant differences between all plots in term of pycnidia presence on pine needles ($H = 121,5206$, $df = 2$, $p = 0,0000$). Shares of ECM species and sporocarps were strongly related to an average number of *S. sapinea* pycnidia on a single needle. Regression trend indicate that in case when number of pycnidia on needles reaches 34 and more, we could expect an absence of ECM community (Figure 4.). An opposite scenario indicates that in case when share of ECM species reaches 74% or more, we could expect complete absence of pycnidia from needles. Similar trends were observed for sporocarps-pycnidia dependence (Figure 5.). Nevertheless, regression trends were not statistically significant ($p < 0,05$). Correlations between average pycnidia number, share of ECM species and sporocarps in relation to potassium, nitrogen, carbon, C : N ratio and humus in organic soil layer are shown in Table 3.

Several ECM species with assumed mycobioidication value were recorded at plot Previž only, e. g. *Tricholoma caligatum* (Viv.) Ricken (Figure 6.), *Suillus mediterraneensis* Jacquet. & J. Blum) Redeuilh (Figure 7.), *Hydnellum albidum* Peck, *Hydnellum ferrugineum* (Fr.) P. Karst., *Phellodon niger* (Fr.) P. Karst. (Figure 8.) and *Cantharellus lutescens* (Pers.) Fr. (Figure 9.) Characteristic ECM species at plot Trstenik were *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt., *C. coraloides* (L.) J. Schröt., *C. rugosa* (Bull.) J. Schröt., *Inocybe bongardii* (Weinm.) Quél., *I. geophylla* (Sowerby) P. Kumm., *Ramaria gracilis* (Pers.) Quél. and *Russula chloroides* (Krombh.) Bres. At plot Mali Golji, characteristic ECM species were *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K. Mill., *Lactarius atlanticus* Bon, *L. aurantiacus* (Pers.) Gray and *Russula delica* Fr.

According to obtained results, plots Previž and Trstenik were characterized as not disturbed, while plot Mali Golji was at latent stage of disturbance. Considering a very low share of ECM sporocarps at plot Mali Golji, we predict a possible scenario of its transition to a more severe (acute) stage of disturbance. This research continues on previous research at the same Austrian pine plots on predisposition to *S. sapinea* infections, where site and stress conditions are determined as key factors. Our results confirm the assumption that stands with higher *S. sapinea* infection rate have impoverished mycorrhizal community and reveal potential indicator species of more resistant and healthy habitats. Since this research was focused on correlation between only two factors (share of ECM species and number of *S. sapinea* pycnidia on needles), we must interpret obtained results with precaution. To gain more reliable and precise results, further research based on higher number of plots and more detailed analysis of habitat factors is needed.

KEY WORDS: ectomycorrhiza, macrofungi, bioindicators, mycocoenosis, Austrian pine plantation

GENERATIVNA I VEGETATIVNA AKTIVNOST DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) U KLONSKOJ SJEMENSKOJ PLANTAŽI

GENERATIVE AND VEGETATIVE ACTIVITY OF WILD CHERRY (*Prunus avium* L.) IN A CLONAL SEED ORCHARD

Ida KATIČIĆ BOGDAN¹, Karla ŠVORINIĆ¹, Saša BOGDAN¹, Davorin KAJBA¹

Sažetak

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) vrlo je vrijedna vrsta šumskog drveća koja raste u prekinutom arealu u mješovitim šumama južne, središnje i zapadne Europe. U nekoliko zemalja pokrenuti su dugoročni programi oplemenjivanja ove vrste, namijenjeni poboljšanju kvalitete i proizvodnje njenog drveta. U Hrvatskoj je provedena selekcija 27 stabala divlje trešnje na osnovi osam fenotipskih kriterija i osnovana je klonska sjemenska plantaža na području šumarije Kutina. Za potrebe ovog istraživanja u plantaži je odabran uzorak od 14 klonova, predstavljenih sa po četiri ramete. Na odabranim rametama izvršena su mjerenja tijekom dvije godine; 2010. i 2011. Za procjenu vegetativne aktivnosti vršene su izmjere promjera na 50 cm visine debla. Za procjenu generativne aktivnosti (cvatnje i plodonošenja) na svakoj je rameti odabrana i obilježena po jedna primjerna grana. Izmjerena je puna dužina odabrane grane i svih njenih izbojaka koji su nosili cvjetove i plodove. Na primjernim su granama, na svakoj rameti, u 2010. i 2011. godini u travnju prebrojani svi cvjetovi. U svibnju su na primjernim granama prebrojani svi plodovi. Broj cvjetova ili plodova je za sve izmjerene ramete sveden na 100 cm dužine grane (Slika 1, Slika 3). Zametanje plodova (Fruit set) izračunato je kao omjer cvjetova i plodova (Slika 4). Za sva svojstva prikazani su prosječni koeficijenti unutarklonske varijabilnosti za obje godine (Slika 2). Na temelju meteoroloških podataka za Kutinu 2009., 2010. i 2011. godine izračunati su parametri zadovoljenja potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama (Winter chilling), kao i proljetnim temperaturama, potrebnim za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (Forcing), po Luedeling i dr. 2013. (The Chilling Hours Model, The Utah Model za „Winter chilling“ i Growing Degree Hours Model za „Forcing“) (Tablica 2). Cilj istraživanja bio je utvrditi raznolikost nekih reproduktivnih svojstava na uzorku grupe klonova divlje trešnje iz klonske sjemenske plantaže Kutina, utvrditi međusoban odnos tih svojstava i odnos sa svojstvima vegetativnog rasta. Pritom se nastojalo zapažene odnose staviti u kontekst podataka o okolišnim uvjetima u vrijeme cvatnje i plodonošenja. Od promatranih generativnih svojstava klonovi su se statistički značajno razlikovali u broju plodova na 100 cm i po zametanju plodova, gledano zbirno za dvije godine (Tablica 1). Te su razlike bile uzrokovane razlikama između klonova s ekstremnim vrijednostima, dok se većina ostalih klonova međusobno nije statistički značajno razlikovala (Tukey Kramer test). Sveukupne nepovoljne okolišne prilike 2011. godine (nedovoljna količina zimskog hlađenja, previsoke temperature i suša u proljeće) rezultirali su slabijim prosječnim zametanjem plodova, nego u 2010. godini, kada su sve navedene prilike bile povoljnije (Tablica 3). Vrijednosti zametanja plodova za 2010. i 2011. godinu bile su u skladu s drugim istraživanjima ili čak više, što upućuje na zadovoljavajući rodni potencijal ovih klonova u slučaju povoljnih vremenskih uvjeta, prisutnosti polinadora i pravovremenog suzbijanja štetnika. Pronađene su visoko statistički značajne korelacije između broja cvjetova na 100 cm i broja plodova na 100 cm, kao i između zametanja

¹ Dr. sc. Ida Katičić Bogdan, Karla Švorinić, mag. ing. silv, Izv. prof. dr. sc. Saša Bogdan, Prof. dr. sc. Davorin Kajba, Zavod za Šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, Zagreb, Hrvatska. E-mail: ikaticic@sumfak.hr

plodova i broja plodova na 100 cm za 2010. i 2011. godinu. U ovom istraživanju nisu pronađene statistički značajne korelacije između vegetativnog rasta promjera cijele bilje i reproduktivnih svojstava procijenjenih pomoću primjernih grana (Tablica 3).

KLJUČNE RIJEČI: unutarklonska i međuklonska varijabilnost, broj cvjetova i plodova, zamatanje plodova, zimske inaktivne temperature, temperature za pokretanje vegetacije

UVOD INTRODUCTION

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) vrlo je vrijedna vrsta šumskog drveća koja raste u prekinutom arealu u mješovitim šumama južne, središnje i zapadne Europe. Njezino se drvo koristi u proizvodnji skupocjenog namještaja i stoga postiže visoke cijene na tržištu. U nekoliko zemalja pokrenuti su dugoročni programi oplemenjivanja ove vrste, namijenjeni poboljšanju kvalitete i proizvodnje njenog drveta (Diaz i Merlo 2008, Koblja 2002). Takvi programi uključuju i fenotipsku selekciju stabala u prirodnim sastojinama i njihovo korištenje u osnivanju klonskih sjemenskih plantaža, za proizvodnju genetički oplemenjenog sjemena. Sličan je program pokrenut i u Hrvatskoj, selekcijom 27 stabala divlje trešnje, na osnovi osam fenotipskih kriterija i osnivanjem klomske sjemenske plantaže na području šumarije Kutina (Kajba i dr. 2011). Kriteriji odabira plus stabala uključuju zdravstveno stanje, pokazatelje kvalitete drveta i visokog vegetativnog prirasta. Osnovna namjena klomske sjemenske plantaže je proizvodnja što većih količina genetski raznolikog i oplemenjenog sjemena. S obzirom da su majčinska stabla odabrana isključivo na temelju fenotipskih kriterija svojstava vegetativnog rasta (dimenzije i kvaliteta debla), moguće je da odabrana stabla nemaju ujedno i izraženi reproduktivni potencijal, pa bi u tom slučaju i ramete njihovih klonova u plantaži mogle nedovoljno rađati sjemenom. Kod mnogih vrsta roda *Prunus*, pa tako i kod divlje trešnje, postoji mogućnost kompeticije reproduktivnog potencijala s vegetativnim rastom (Mićić i dr. 2008), a upravo je izraženi vegetativni rast (deblo većih dimenzija) smatran povolnjim svojstvom pri selekciji. Iz tog razloga, kako bi se vegetativni rast i reproduktivni potencijal doveli u najbolju moguću ravnotežu za optimalnu proizvodnju sjemena, koriste se različite metode nacjepljivanja na podlogama manje ili veće bujnosti i naknadne rezidbe (Mićić i dr. 2008, Kajba i dr. 2007).

Uobičajena je pojava kod mnogih vrsta šumskog drveća, pa tako i kod divlje trešnje, proizvodnja velikog broja generativnih pupova i cvjetova u odnosu na konačni broj plodova (Stephenson 1981). Postoje razne teorije o toj pojavi, ali po nekim istraživanjima (Guitian 1993) najizglednije je da si na taj način stablo osigurava širu osnovu za proizvodnju najkvalitetnijih plodova, te da na taj način stvara zalihe jajnih stanica

za slučaj pojave izrazito povoljnih vanjskih uvjeta za plodnošenje. Svojstva broja pupova, cvjetova ili plodova po jedinici dužine ili površine, odbacivanje pupova, zamatanje plodova i druga reproduktivna svojstva po mnogim su istraživanjima značajno uvjetovana genotipom (Li i dr. 2010, Ruiz i Egea 2008, Hedhly i dr. 2012, Alburquerque i dr. 2004, Rodrigo i Herrero 2002, Wang i dr. 2000, De Souza i dr. 1998). Istodobno na njih složeno utječu i okolišni uvjeti.

Cilj ovog istraživanja bio je ustanoviti međuklonsku i unutarklonsku varijabilnost nekih vegetativnih i generativnih svojstava u klomskoj sjemenskoj plantaži divlje trešnje tijekom dvije godine promatranja, kao i međusoban odnos tih svojstava. Pritom se nastojalo praćena generativna svojstva staviti u kontekst nekih meteoroloških prilika u vrijeme formiranja cvjetova, same cvatnje i plodnošenja.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Izmjere – Measurements

U klomskoj sjemenskoj plantaži divlje trešnje u Kutini odabran je uzorak od 14 klonova, predstavljenih sa po četiri ramete. Odabrani su klonovi L1, L2, L3, L4, L5, L6, sa područja Šumarije Lipovljani, UŠP Zagreb, potom klonovi K1, K2, K3, K4, K5, sa područja Šumarije Kutina, UŠP Zagreb, klonovi G1 i G2 sa područja Šumarije Garešnica, UŠP Bjelovar, te klon PŽ, Šumarija Požega, UŠP Požega. Osnovni kriterij za odabir klonova bila je mogućnost izdvajanja 4 ramete podjednake starosti i što ujednačenijih promjera. Naime, zbog odumiranja rameta u klomskoj sjemenskoj plantaži, kao posljedica inkopatibilnosti podloge i plemke, u nekoliko je navrata vršeno nadopunjavanje, te su klonovi u plantaži predstavljeni rametama različite starosti.

Na odabranim rametama izvršena su mjerenja tijekom dvije godine ; 2010. i 2011. Za procjenu vegetativne aktivnosti vršene su izmjere opsega na 50 cm visine debla iznad tla. Izmjerom opsega obuhvaćaju se moguće nepravilnosti debla. Izmjereni opsezi naknadno su preračunati u promjere za svaku rametu. Za procjenu generativne aktivnosti (cvatanje i plodnošenja) na svakoj je rameti odabrana i obilježena po jedna primjerna grana. Izmjerena je puna dužina odabrane grane i svih njenih izbojaka koji su nosili cvjetove

i plodove. Na primjernim su granama, na svakoj odabranoj rameti, u 2010. i 2011. godini u travnju prebrojani svi cvjetovi. U svibnju su na primjernim granama prebrojani svi plodovi. S obzirom da su primjerne grane različitih dužina, broj pupova, cvjetova ili plodova je zbog usporedivosti rezultata za sve izmjerene ramete sveden na 100 cm dužine grane. Zametanje plodova (Fruit set) izračunato je kao omjer cvjetova i plodova.

Statistička analiza podataka – *Statistical data analysis*

Statistička analiza provedena je pomoću statističkog paketa SAS 9.3. Deskriptivna statistika za promjere, prirast, brojeve cvjetova, te plodova po godinama provedena je pomoću PROC MEANS procedure. Zavisnost između varijabli po godinama testirana je korelacijskim analizama po metodama Spearmana i Pearsona pomoću PROC CORR procedure. Analiza varijance za varijable promjeri, cvjetovi i plodovi u pojedinačnim godinama, za varijablu cvjetovi, te plodovi zbirno za obje godine provedena je pomoću PROC GLM procedure. Deskriptivna statistika zametanja po godinama provedena je pomoću PROC MEANS procedure. Zametanje plodova po godinama uspoređeno je korelacijskim analizama po metodama Pearsona i Spearmana, pomoću PROC CORR procedure. Analiza varijance za zametanje plodova odvojeno po godinama i zbirno za obje godine provedena je pomoću PROC GLM procedure. Značajnosti najmanjih signifikantnih razlika između sredina klonova za sve varijable testirane su pomoću Tukey-Kramerovog testa.

Zadovoljenje potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama i proljetnim temperaturama, potrebnim za početak vegetacijskog perioda – *Winter chilling and Forcing requirements*

Podaci o srednjim i ekstremnim dnevnim temperaturama, kao i termini temperature za klimatološku stanicu Kutina, za 2009., 2010. i 2011. godinu dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda (U nastavku DHMZ). Podaci su izraženi kao vrijednosti temperature zraka za svaki sat u danu, izračunate interpolacijom između izmjerjenih temperatura u određenim terminima. Na temelju tih podataka izračunati su parametri zadovoljenja potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama (Winter chilling), kao i proljetnim temperaturama, potrebnim za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (Forcing). S obzirom da točno godišnje razdoblje kada trešnja najučinkovitije zadovoljava potrebe za zimskim inaktivnim temperaturama na području Kutine nije moglo biti određeno, zbog nedostatka višegodišnjih fenoloških opažanja, razdoblje za zimsko hlađenje (Winter chilling), kao i razdoblje za zadovoljenje potreba za proljetnim temperaturama (Forcing) preuzeta su iz Luedeling i dr. 2013. Prvo razdoblje je od 1. studenog do 11. veljače, a potonje od 12. veljače do 18. travnja.

Potrebe za zimskim inaktivnim temperaturama izračunate su pomoću dva klasična modela:

- 1) Model sati „hlađenja“ (The Chilling Hours Model (Chandler 1957)) i
- 2) Model Utah (The Utah Model (Richardson i dr. 1974))

Prvi model je najstariji model koji je još uvijek u širokoj upotrebi i koji uzima u obzir sve sate sa temperaturama između 0 i 7.2°C kao jednako učinkovite za ispunjenje potreba biljke za zimskim hlađenjem. Ukupan broj sati učinkovitog zimskog hlađenja u određenom razdoblju računa se po formuli (preuzeto iz Luedeling i Brown 2011):

$$CH_t = \sum_{i=1}^t T_{7,2}; \text{ sa } T_{7,2} = \begin{cases} 0^{\circ}\text{C} < T \leq 7.2^{\circ}\text{C} & :1 \\ \text{inace} & :0 \end{cases}$$

što znači da se u datom razdoblju zbrajaju svi sati s vrijednošću temperature između 0 i 7.2°C.

Dруги model je složeniji i pribraja različite vrijednosti različitim intervalima temperatura, pridodavši i negativnu vrijednost previsokim temperaturama koje „poništavaju“ vrijednost akumuliranog zimskog hlađenja. Izračun jedinica po Modelu Utah računa se po formuli (preuzeto iz Luedeling i Brown 2011):

$$UCU_t = \sum_{i=1}^t T_U; \text{ sa } T_U = \begin{cases} T \leq 1.4^{\circ}\text{C} & :0 \\ 1.4^{\circ}\text{C} < T \leq 2.4^{\circ}\text{C} & :0.5 \\ 2.4^{\circ}\text{C} < T \leq 9.1^{\circ}\text{C} & :1 \\ 1.4^{\circ}\text{C} < T \leq 2.4^{\circ}\text{C} & :0.5 \\ 12.4^{\circ}\text{C} < T \leq 15.9^{\circ}\text{C} & :1 \\ 15.9^{\circ}\text{C} < T \leq 18^{\circ}\text{C} & :-0.5 \\ T \geq 18^{\circ}\text{C} & :1 \end{cases}$$

iz koje se vide vrijednosti koje se pridodaju određenim temperaturama. Zbroj svih tih vrijedosti u određenom razdoblju predstavlja ukupan broj jedinica potrebnih za zadovoljenje potreba biljke za zimskim hlađenjem.

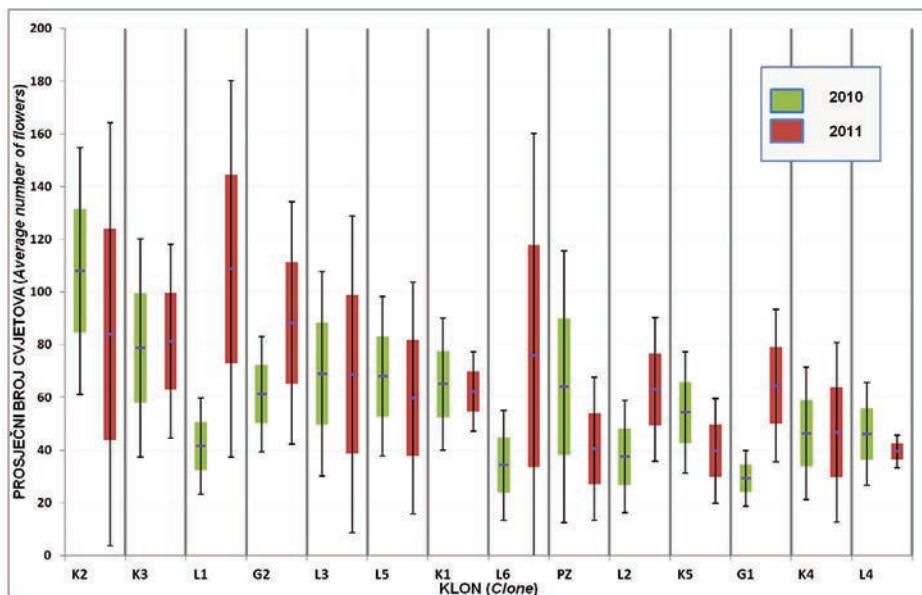
Potreba za zadovoljenjem proljetnih temperatura, potrebnih za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (Forcing) izračunata je pomoću Modela GDH (Growing Degree Hours (Anderson i dr. 1986)). Jedinice GDH su izračunate iz podataka za temperaturu u svakom satu (T_h) u datom razdoblju kao funkcija bazne (T_b), optimalne (T_u) i kritične temperature (T_c) po formulama (preuzeto iz Luedeling i Brown 2011):

$$GDH = F \frac{T_u - T_b}{2} \left(1 + \cos \left(\pi + \pi \frac{T_h - T_b}{T_u - T_b} \right) \right)$$

za temperature između T_b i T_u

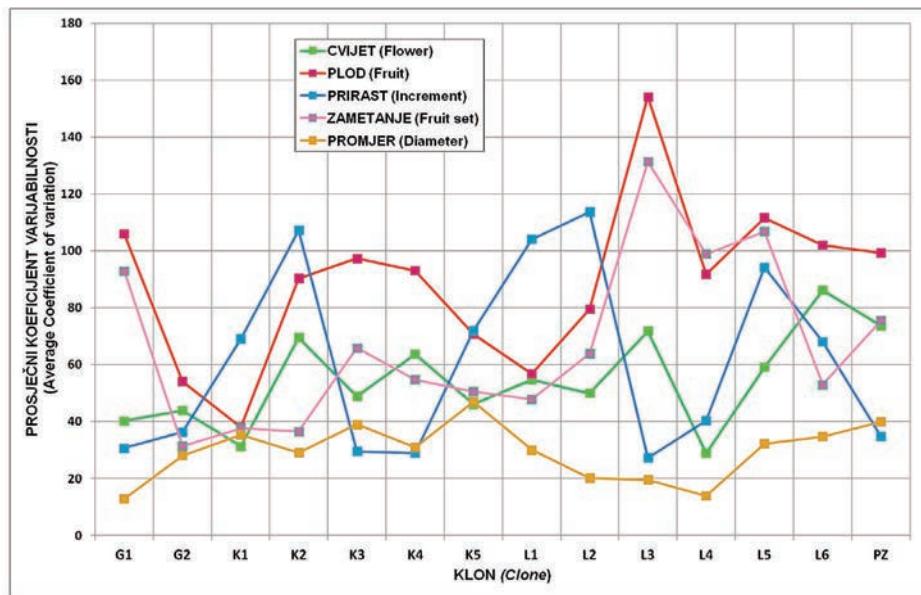
$$GDH = F \left(T_u - T_b \right) \left(1 + \cos \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{T_h - T_u}{T_c - T_u} \right) \right) \right)$$

za temperature između T_u i T_c



Slika 1. Prosječni broj cvjetova po klonovima za 2010. i 2011. godinu. Horizontalna crtica prikazuje aritmetičku sredinu klena u danoj godini, pravokutnik (box) prikazuje standardnu pogrešku sredine, a vertikalne linije (whiskers) standardnu devijaciju.

Figure 1. Average number of flowers per clone in years 2010. and 2011. Horizontal hyphen represents the arithmetic mean of the clone in a certain year, the box represents the standard error of the mean, and whiskers the standard deviation.



Slika 2. Prosječni koeficijenti unutarklonske varijabilnosti (%) promatranih svojstava za 2010. i 2011. godinu

Figure 2. Average coefficients of intrACLONAL variation (%) of the observed traits for years 2010 and 2011

Ukupan broj potrebnih jedinica je zbroj vrijednosti za svaki sat u datom razdoblju.

Uobičajeno se za voćkarice uzima $T_b = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_u = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ i $T_c = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$, a koeficijent $F = 1$.

REZULTATI RESULTS

Cvjetovi – Flowers

Na slici 1 prikazani su parametri deskriptivne statistike za broj cvjetova 2010. i 2011. godine, na primjernim granama istraživanih klonova, sveden na 100 cm duljine. Klonovi su poredani silazno po srednjem broju cvjetova zbirno za obje godine. Gledano pojedinačno po godinama, u 2010. godini

najveći prosječni broj cvjetova imao je klon K2 (108,0), a najmanji G1 (29,3), a u 2011. godini taj su položaj zauzeli klon L1 (108,8), odnosno klon L4 (39,5). Iz slike je vidljiva i veća ili manja unutarklonska varijabilnost u prosječnom broju cvjetova, koja također varira i između godina kod istog klena. Ukupna unutarklonska varijabilnost za pojedinca svojstva prikazana je na slici 2, pomoću prosječnih koeficijenata varijabilnosti za obje godine Sveukupno, broj cvjetova imao je prosječni koeficijent unutarklonske varijabilnosti 54,9 %. Najveći prosječni koeficijent unutarklonske varijabilnosti za broj cvjetova u 2010. i 2011. godini imali su klonovi L6 (86,1 %) i PZ (73,7 %), a najmanju L4 (28,9 %) i K1 (31,4 %).

S obzirom na veliku unutarklonsku varijabilnost broja cvjetova, analiza varijance ove varijabli po pojedinačnim godi-

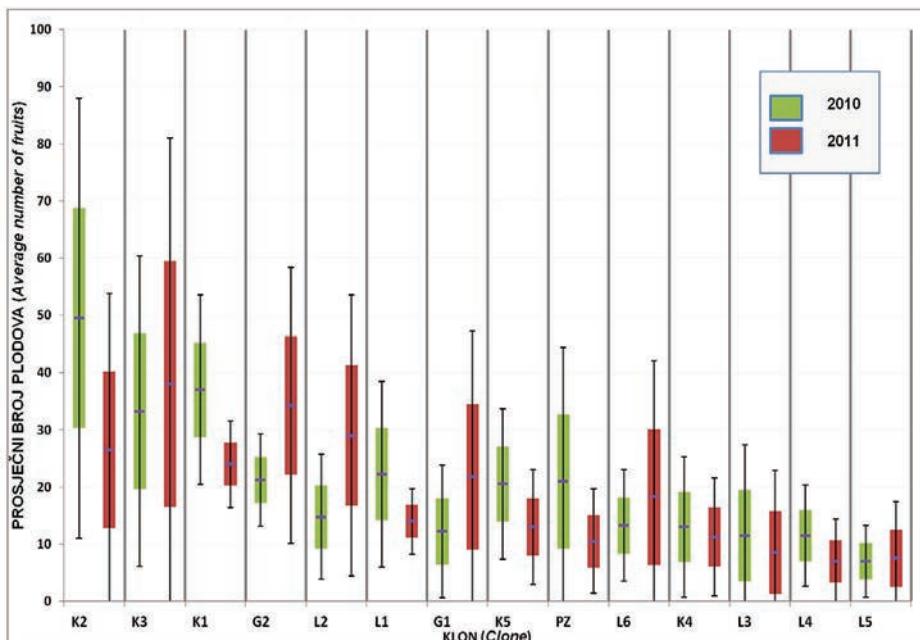
Tablica 1. Analiza varijance (ANOVA) za svojstvo broja plodova i zametanja plodova, zbirno za 2010. i 2011. godinu
Table 1. Analysis of variance (ANOVA) for Number of fruits and Fruit set, collectively for years 2010. and 2011.

Svojstvo <i>Trait</i>	Izvor varijabilnosti <i>Source of variability</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	Srednji kvadrati <i>Mean squares</i>	F	p
Broj plodova <i>(Number of fruits)</i>	klon (clone)	13	9898,327	761,4098	2,10009	0,02220*
	godina (year)	1	89,64106	89,64106	0,24725	ns
	klon x godina (clone x year)	13	2859,672	219,9748	0,60673	ns
Zametanje plodova <i>(Fruit set)</i>	kron (clone)	13	1,33620	0,10278	2,49095	0,00632 **
	godina (year)	1	0,21787	0,21787	5,28008	0,02406 *
	klon x godina (clone x year)	13	0,28251	0,02173	0,52666	ns

** _Statistički značajno na razini p < 0,01, Significant at < 0,01

* _Statistički značajno na razini p < 0,05, Significant at < 0,05

ns _Nije statistički značajno, not significant



Slika 3. Prosječni broj plodova po klonovima za 2010. i 2011. godinu. Horizontalna crtica prikazuje aritmetičku sredinu klena u dатој години, pravokutnik (box) prikazuje standardnu pogrešku sredine, a vertikalne linije (whiskers) standardnu devijaciju.

Figure 3. Average number of fruits per clone in years 2010 and 2011. Horizontal hyphen represents the arithmetic mean of the clone in a certain year, the box represents the standard error of the mean, and whiskers the standard deviation.

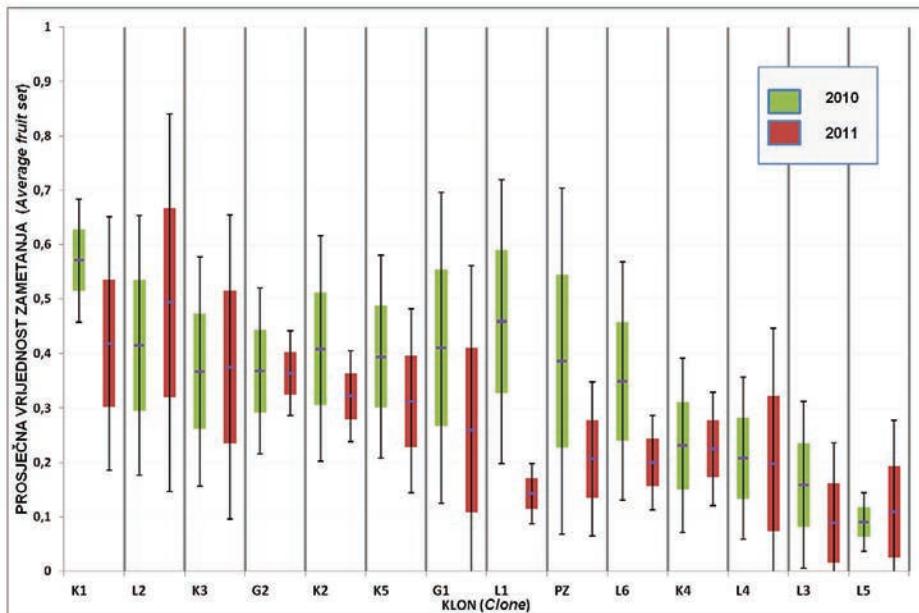
nama, za nijednu godinu nije pokazala statistički značajne razlike između klonova. Analizom varijance zbirno za 2010. i 2011. godinu također nisu utvrđene statistički značajne razlike niti između klonova, niti između godina, niti za interakciju godine i klena. Napominjemo da rezultate analize varijance nismo tablično prikazivali ukoliko razlike između klonova nisu bile statistički značajne.

Plodovi – Fruits

Na slici 3 prikazani su parametri za broj plodova na istim granama, sveden na 100 cm duljine. Klonovi su također poređani silazno, s obzirom na srednji broj plodova, zbirno za obje godine. Pojedinačno je po godinama 2010. godine najveći prosječni broj plodova zabilježen na klonu K2

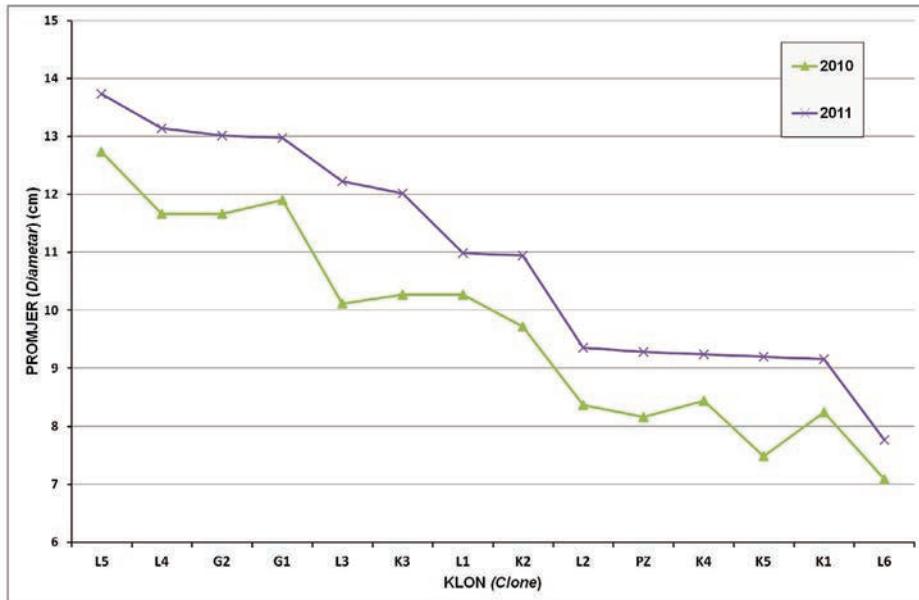
(49,5), a najmanji na klonu L5 (7). 2011. godine te su položaje zauzeli klonovi K3 (38), odnosno L4 (7). Iz slike 1 vidljiva je velika neujednačenost u prosjecima istog klena po godinama. Iz slike 2 vidljivo je da je ovo svojstvo pokazalo daleko najveću unutarklonsku varijabilnost (prosječni koeficijent unutarklonske varijabilnosti klonova 88,9 %). Najvarijabilniji su bili klonovi L3 (154,1 %), L5 (111,5 %) i G1 (105,9 %), a najujednačeniji klon K1 (38,1 %).

Zbog visoke unutarklonske varijabilnosti, ni kod prosječnog broja plodova analizom varijance zasebno po godinama nije utvrđena statistički značajna razlika između klonova. Analizom varijance zbirno za obje godine utvrđena je statistički značajna razlika između klonova, ali ne i između godina (Tablica 1). Međutim, zbog malog broja jedinki po



Slika 4. Prosječne vrijednosti zametanja plodova po klonovima za 2010. i 2011. godinu. Horizontalna crtica prikazuje aritmetičku sredinu klena u dатoj godini, pravokutnik (box) prikazuje standardnu pogrešku sredine, a vertikalne linije (whiskers) standardnu devijaciju.

Figure 4. Average values of fruit set per clone in years 2010. and 2011. Horizontal hyphen represents the arithmetic mean of the clone in a certain year, the box represents the standard error of the mean, and whiskers the standard deviation.



Slika 5. Prosječni promjer klonova po promatranih godinama

Figure 5. Average clone diameter in the observed years

skupinama (klonovima) i velike unutarklonske varijabilnosti, Tukey-Kramerov test nije uspio razdvojiti same jedinice koje se statistički značajno razlikuju.

Promjer – diameter

Distribucija promjera po godinama i klonovima prikazana je na slici 4. Klonovi su poredani silazno, s obzirom na prosječni promjer klena. Iz slike je vidljivo da su prosječno svi klonovi ostvarili određen debljinski prirast. Za svojstvo promjera prosječna unutarklonska varijabilnost niža je nego kod drugih svojstava (Slika 2), što odgovara činjenici da se nastojalo uzorkovati ramete što sličnijih promjera. Međutim, prirast rameta unutar istog klena puno više varira, tj. ramete prirastaju različitom dinamikom, što je osobito istaknuto kod

koeficijenata varijabilnosti klonova L2 (113,7 %), K2 (107,2 %) i L1 (104,1 %). Uzroci varijabilnosti prirasta mogu ležati u različitim čimbenicima. Ramete su nacijsjepljivane na različite tipove podloga, koje su mogle, kroz interakciju sa plemenom, različito utjecati na vegetativni rast cijepa.

Analizom varijance po pojedinačnim godinama ustanovljeno je da ne postoji statistički značajna razlika između klonova za svojstva promjera i prirasta.

Zametanje plodova – Fruit set

Na slici 5 prikazano je zametanje plodova u 2010. i 2011. godini, kao omjer broja cvjetova i zametnutih plodova (Williams, 1970). 2010. godine najuspješniji klon po prosječnoj vrijednosti zametanja bio je K1 (0,57), dok je najmanju vri-

Tablica 2. Korelacijski odnosi između varijabli u različitim godinama. C je broj cvjetova, PL broj plodova, D promjer, ZAM zametanje plodova. Uz slova su naznačene godine u kojima je izvršeno mjerjenje. PR je prirast i uz njega je naglašeno razdoblje. Gornja dijagonala – korelacijska analiza po Pearsonu, donja dijagonala – po Spearmanu. U svakoj kućiци gornji broj predstavlja koeficijent korelacije r, a donji broj p – vrijednost. Crvenom bojom označeni su statistički značajni korelacijski odnosi.

Table 2. Correlations between variables in different years. C represents Number of flowers, PL Number of fruits, D Diameter, ZAM Fruit set. Next to the symbols are the years in which the measurement took place. PR stands for diameter increment in the stated year to year period. Upper diagonal- Pearson correlation analysis, Lower diagonal – Spearman correlation analysis. In an individual cell the upper number is correlation coefficient r, and the lower number is p – value. Statistically significant correlations are marked red.

	C_10	C_11	PL_10	PL_11	D_10	D_11	PR11_10	ZAM_10	ZAM_11
C_10	0,853	0,047	0,5105	0,4048	0,5453	0,8482	0,2874	0,7360	0,6689
		0,10192	0,6755	0,21598	0,18527	0,20308	0,06062	0,09843	0,29248
		0,4548	<.0001	0,1099	0,1716	0,1333	0,6572	0,4767	0,0378
C_11	0,12504		0,24401	0,67885	0,1992	0,15786	-0,07559	0,18524	0,31046
	0,3585		0,0699	<.0001	0,1411	0,2452	0,5798	0,1831	0,0279
PL_10	0,78602	0,20456		0,4044	0,14396	0,09663	-0,1228	0,73794	0,46794
	<.0001	0,1304		0,002	0,2898	0,4787	0,3672	<.001	0,0012
PL_11	0,17423	0,6089	0,30352		0,11303	0,07407	-0,18792	0,37444	0,86049
	0,1991	<.0001	0,023		0,4068	0,5874	0,1655	0,0086	<.0001
D_10	0,22115	0,15104	0,13152	0,06994		0,96804	0,19699	0,09091	0,16179
	0,1014	0,2665	0,3339	0,6085		<.0001	0,1456	0,5109	0,2440
D_11	0,24167	0,10153	0,13204	0,02836	0,9719		0,39571	0,02495	0,13671
	0,0728	0,4565	0,332	0,8356	<.0001		0,0025	0,8566	0,3240
PR11_10	0,13651	-0,16982	0,03566	-0,15324	0,08629	0,3182		-0,13360	-0,07638
	0,3158	0,2108	0,7942	0,2595	0,5271	0,0168		0,3351	0,5805
ZAM_10	0,12186	0,20050	0,61557	0,29456	0,02984	-0,00508	-0,14186		0,41846
	0,3789	0,1579	<.0001	0,0401	0,8289	0,9706	0,3063		0,0036
ZAM_11	0,19652	0,14758	0,32485	0,77183	-0,01864	-0,05468	-0,15219	0,29182	
	0,1583	0,2966	0,0217	<.0001	0,8926	0,6922	0,2728		0,0382

Tablica 3. Zadovoljenje potreba divlje trešnje za zimskim hlađenjem i proljetnim temperaturama za pokretanje sokova i količine oborina u periodu cvatnje i plodonošenja

Table 3. Fulfilment of Wild cherry winter chilling and forcing requirements and the amount of precipitation in the flowering and fruiting period

God. (year)	Zimsko hlađenje (Winter chilling) period 1.11. previous year – 11.2.				Pokretanje sokova (Forcing) period 12.2 – 18.4.		Količina oborina (Amount of precipitation) period 1.2.– 20.5.	
	Chilling Hours Model		Utah Model		Growing Degrees Hours Model			
	Ostvareno H (realized)	Potrebno H (required)	Ostvareno UNITS (realized)	Potrebno UNITS (required)	Ostvareno GDH (realized)	Potrebno GDH (required)		
2010	1146		1036		5365		314,9 mm	
2011	822	1375 ± 178	835	1410 ± 238	5880	3473 ± 1236	75,2 mm	

jednost zametanja imao klon L5 (0,09). 2011. godine najveću je vrijednost imao klon K5 (0,49), a najmanju K3 (0,09). Iz grafikona je vidljivo da su u prosjeku vrijednosti zametanja bile niže u 2011. nego u 2010. godini, sa iznimkom klonova K5, L2 i L5.

Analizom varijance zametanja plodova u pojedinačnim godinama 2010. i 2011. nisu dobivene statistički značajne razlike između klonova. Međutim, zbirno za obadvije godine razlika između klonova i između godina bila je statistička značajna (Tablica 1). Tukey-Kramerovim testom ustanovljeno je da statistički značajne razlike uzrokuju razlike između klonova K1 (prosječna vrijednost zametanja 0,494) i

L5 (0,099), K1 i L3 (0,124), te između L2 (0,454) i L3. Interakcija između klonova i godine za ovo svojstvo nije bila statistički značajna.

Korelacije između promatranih svojstava – *Correlations among observed traits*

U tablici 2 prikazani su korelacijski odnosi između promatranih varijabli. Najviše vrijednosti korelacijskih koeficijenata su, kao što je i očekivano, između promjera po promatranim godinama. Prirast je u razdoblju 2010. i 2011. u statistički značajnoj korelacijskoj samo sa promjerima u 2011. godini.

Iz tablice 2 vidljivo je da u promatranim godinama nije pronađena statistički značajna korelacija između vegetativnih i generativnih svojstava klonova, procijenjenih na osnovi primjernih grana. Drugim riječima, prosječan broj cvjetova ili plodova na primjernim granama nije ovisio o prosječnom vegetativnom rastu klonova.

Što se tiče međusobne korelacije generativnih svojstava, broj cvjetova u 2010. i 2011. godini bio je statistički značajno koreliran s brojem plodova, na razini $p < 0,001$.

Zadovoljenje potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama i proljetnim temperaturama, potrebnim za početak vegetacijskog perioda – *Winter chilling and Forcing requirements*

Rezultati izračuna zadovoljenja potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama (Winter chilling), kao i proljetnim temperaturama, potrebnim za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (Forcing) prikazani su u tablici 3. Daljnje objašnjenje slijedi u Raspravi

RASPRAVA

DISCUSSION

Razvoj i funkcionalnost samih cvjetova kod vrste *Prunus avium*, kao i kod drugih vrsta roda *Prunus* uvelike ovisi o vanjskim čimbenicima, kao što su npr. kasni proljetni mrazovi (Rodrigo 2000) ili, suprotno, previška temperatura zraka u razdoblju formiranja i diferencijacije cvjetova u generativnim pupovima (Li i dr. 2010, Rodrigo i Herrero 2002, Mićić i dr. 1992). Trešnji je neophodno određeno trajanje zimskog hlađenja („winter chilling“ tj. potreba za inaktivnim temperaturama), da bi došlo do pravilne diferencijacije cvjetova u generativnim pupovima (Mahmood i dr. 2000). I položaj samog cvata, te pojedinačnih cvjetova u cvatu ima utjecaj na mogućnost razvioja funkcionalnih cvjetova koji će imati najveće šanse za zametanje ploda (Guitian 1994).

Količine inaktivnih temperatura (zimsko hlađenje) u jesensko-zimskom razdoblju 2009. i 2010. godine bile su na donjoj granici dostađnog (Tablica 3). U razdoblju od 1. studenog 2009 do 11. veljače 2010. godine biljke su akumulirale 1146 sati učinkovitog zimskog hlađenja po modelu „Chilling Hours“ tj. 1036 jedinica po Utah modelu. Luedeling i dr. 2013 navode da je po njihovim procjenama na temelju višegodišnjih fenoloških opažanja u datom razdoblju trešnji potrebno oko 1375 ± 178 sati, odnosno 1410 ± 238 Utah jedinica. Trešnja u njihovom istraživanju je izrazito kasna sorte, pa su njene potrebe vjerojatno i nešto veće od prosječnih potreba divlje trešnje. Međutim, u istom jesensko-zimskom periodu 2010. na 2011. godinu biljke su akumulirale samo 822 sata („Chilling hours“ model) odnosno 835 jedinica (Utah model). Tačke vrijednosti vjerojatno nisu dostađne za zadovoljenje potreba za inaktivnim temperaturama.

Potreba za proljetnim temperaturama za pokretanje sokova (Forcing), u razdoblju između 12. veljače i 18. travnja, bila

je zadovoljena sa 5365 GDH u 2010. godini, odnosno 5880 GDH u 2011. godini (Tablica 3). Prema Luedeling i dr. 2013, trešnji je prosječno potrebno 3473 ± 1236 GDH. Visoke vrijednosti, koje premašuju navedene potrebe, ukazuju na topla proljeća 2010., a pogotovo 2011. godine. Prema kategorizaciji DHMZ-a tijekom proljeća 2010. godine srednje proljetne temperature (ožujak, travanj, svibanj) na području Kutine bile su iznad višegodišnjeg prosjeka (1961.–1990) u kategoriji toplo (temperature više od 75–91 percentila prosjeka). Proljeće 2011. godine bilo je u kategoriji vrlo toplo (temperature više od 91–98 percentila prosjeka). Divlja trešnja, kao vrsta primarno prilagođena na hladnije podneblje i veće nadmorske visine posebno je osjetljiva na previsoke temperature u razdoblju cvatnje. One ubrzavaju rast polenovih mješinica kroz tučak prilikom oplodnje, ali smanjuju njihov broj. Ujedno i ubrzavaju propadanje jajnih stanica i sveukupno dovode do smanjenih vrijednosti zametanja plodova (Hedhly i dr. 2012, Beppu i dr. 1997).

Količina oborina na području Kutine, u proljeće 2010. godine bila je veća od višegodišnjeg prosjeka (1961.–1990), u kategoriji kišno (oborine obilnije od 75–91 percentila prosjeka). U periodu od 1. veljače do približnog početka plodonošenja (20.5.) 2010. godine palo je 314,9 mm oborina. Za pretpostaviti je da je ta količina oborina bila dostađna za zadovoljenje potreba biljaka. U istom periodu 2011. godine palo je samo 75,2 mm oborina, a proljeće 2011. godine, na području Kutine, kategorizirano je kao ekstremno sušno (oborine obilnije od manje od 2 percentila prosjeka). Prema autorima Käthner i dr. 2012, električna provodljivost tla, uvelike uvjetovana sadržajem vode u tlu, u značajnoj je korelaciji s proizvedenim brojem plodova kod vrste *Prunus domestica*.

Sveukupne nepovoljne okolišne prilike 2011. godine (nedovoljna količina zimskog hlađenja, previsoke temperature i suša u proljeće) rezultirali su slabijim prosječnim zametanjem plodova (0,30), nego u 2010. godini (0,38), kada su sve navedene prilike bile povoljnije. Iako je 2010. godine zabilježen manji ukupni broj cvjetova na svim rametama nego 2011. godine, ukupni broj plodova bio je veći. To je dobro vidljivo na Slici 3; Gotovo kod svih klonova primjećuje se bolje zametanje plodova u 2010., nego u 2011. godini.

Prosjecne vrijednosti zametanja plodova u ovom istraživanju u skladu su, ili čak i viša od vrijednosti u istraživanjima nekih drugih autora na kultivarima trešnje za proizvodnju plodova (Li i dr. 2010, Lech i dr. 2008, Hedhly i dr. 2012). Jaki koreacijski odnosi između broja cvjetova i broja plodova, te broja plodova i zametanja u datim godinama (Tablica 3) u skladu su sa istraživanjima drugih autora na vrstama roda *Prunus* (Ruiz & Egea 2008; Diaz i Merlo 2008, De Souza i dr. 1998). Autori su za ova svojstva ustanovili i umjerene do jake nasljednosti (Diaz i Merlo 2008, nasljednost u širem smislu za broj cvjetova $H^2=0.81 - 0.84$, za broj plodova $H^2 = 0.84 - 0.90$, De Souza i dr. 1998, nasljednost u užem smislu za broj cvjetova po jedinici dužine $h^2 = 0.41$,

broj plodova $h^2 = 0,47$ i zametanje plodova $h^2 = 0,43$). Na temelju korelacijskih odnosa i vrijednosti nasljednosti De Souza i dr. 1998 predviđaju najjači odaziv za svojstvo zametanja plodova selekcijom na broj cvjetova po jedinici dužine. U ovom istraživanju vegetativni rast klonova praćen je samo kroz rast promjera čitavih stabala, a nije detaljno praćen rast samih izbojaka, pa su dobiveni podaci vjerojatno pregrubi za usporedbu. Za očekivati je da su vegetativni rast izbojaka i njihov generativni učinak u svojevrsnoj konkurenciji za raspoložive resurse (Li i dr. 2010) i da je rodni potencijal kod trešnje ponekad u negativnoj korelaciji s vegetativnim rastom (Mićić i dr. 2008). Usporedbom rasta promjera rameta i generativne aktivnosti na primjernim granama nismo ustavili statistički značajnu korelaciju, ali može se primijetiti da često kod korelacijske analize vegetativnih (promjer, prirast) i generativnih (broj pupova, cvjetova, plodova, zametanje) svojstava korelacijski koeficijent ima negativan predznak (Tablica 3).

Zbog velike unutarklonske varijabilnosti za većinu praćenih svojstava (Slika 1), parovi klonova međusobno uglavnom nisu pokazali statistički značajne razlike. Značajne razlike između klonova, uočene za svojstva broja plodova na 100 cm i zametanja zbirno za 2010. i 2011. godinu (Tablice 2 i 4) uglavnom su uzrokovane razlikama između klonova s ekstremnim vrijednostima. U literaturi se često navode statistički značajne razlike između klonova, jedinki ili kultivara roda *Prunus* za reproduktivna svojstva (Ruiz i Egea 2008; Alburquerque et al. 2004, Diaz i Merlo 2008). Jedan od razloga zašto u ovom istraživanju statistički značajne razlike postoje većinom između malog broja klonova, moglo bi biti podrijetlo majčinskih stabala. Ona su uglavnom s uskog područja i adaptirana su na podjednake uvjete. Faktorijalna analiza korespondencije (FCA) njihovih genotipova, dobivenih analizom jezgrinih mikrosatelitskih biljega, većinom ih je jasno svrstala u istu skupinu (Tančeva Crmarić i dr. 2011). Drugi mogući razlog je neujednačenost i premali broj primjernih grana (jedna po rameti) na kojima se pratila cvatnja i plodonošenje, što je mogući uzrok velike unutarklonske varijabilnosti.

Postojanje statistički značajne interakcije između godine i klena za broj plodova na 100 cm ukazuje na različit utjecaj okolišnih prilika u dатој godini na plodonošenje pojedinačnih klonova i u skladu je s rezultatima autora Diaz i Merlo 2008. Statistički značajne razlike između godina za svojstvo zametanja također ukazuju na važnost utjecaja okolišnih prilika, uz djelovanje samih genotipova. Na djelovanje genotipova upućuju nas i statistički značajne korelaciije između zametanja dvije uzastopne godine, pri čemu se više ističe korelacijska povezanost po Spearmanu. To znači da vrijednosti zametanja u te dvije godine nisu nužno jako linearno povezane (premda je i Pearsonova korelacija statistički značajna), ali je poređak klonova za ovo svojstvo doista stabilan.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Od promatranih generativnih svojstava klonovi su statistički značajno razlikovali u broju plodova na 100 cm i po zametanju plodova, gledano zbirno za dvije godine. Te su razlike bile uzrokovane razlikama između klonova s ekstremnim vrijednostima, dok se većina ostalih klonova međusobno nije statistički značajno razlikovala. Tome je pridonijela visoka unutarklonska varijabilnost, čiji su mogući uzroci; položaj majčinskih stabala svih istraživanih klonova na relativno uskom području i adaptiranost na slične ekološke uvjete, nedovoljan uzorak za točniju procjenu parametara cijele ramete/klona (jedna primjerna grana po rameti), nejednak zdravstveno stanje rameta i potencijalno nejednaka reproduktivna kompatibilnost sa susjednim biljkama tj. najvjerojatnijim opršivačima.

Pronađene su visoko statistički značajne korelacije između broja cvjetova na 100 cm i broja plodova na 100 cm, kao i između zametanja plodova i broja plodova na 100 cm za 2010. i 2011. godinu. U ovom istraživanju nisu pronađene statistički značajne korelacije između vegetativnog rasta promjera cijele bilje i reproduktivnih svojstava procijenjenih pomoću primjernih grana.

Vrijednosti zametanja plodova za 2010. i 2011. godinu bile su u skladu s drugim istraživanjima ili čak više, što upućuje na zadovoljavajući rodni potencijal ovih klonova u slučaju povoljnih vremenskih uvjeta, prisutnosti polinatora i pravovremenog suzbijanja štetnika. Potrebno je primjenjivati odgovarajuće pomotehničke mjere (Mićić i dr. 2008, Kajba i dr. 2007), kako bi se maksimalno potenciralo cvjetanje i proizvodnja sjemena u plantaži.

LITERATURA REFERENCES

- Alburquerque, N., L. Burgos & J. Egea, 2004; Influence of flower bud density, flower bud drop and fruit set on apricot productivity. *Sci Hortic*, 102(4), 397–406., Amsterdam
- Anderson, J. L., E. A. Richardson, & C. D. Kesner, 1985; Validation of chill unit and flower bud phenology models for 'Montmorency' sour cherry. In *I International Symposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management*, *Acta Hortic* 184 , 71–78, Leuven
- Beppu, K., S. Okamoto, A. Sugiyama & I. Kataoka, 1997; Effects of temperature on flower development and fruit set of "Satohnishiki" sweet cherry [*Prunus avium*]. *J Jpn Soc Hortic Sci (Japan)*. 65(4) 707–712; Kyoto
- Chandler, WH, 1957; Deciduous orchards, Henry Kimpton, 492p., London
- De Souza, V. A., D. H. Byrne, & J. F. Taylor, 1998; Heritability, genetic and phenotypic correlations, and predicted selection response of quantitative traits in peach: II. An analysis of several fruit traits. *J Am Soc Hortic Sci*, 123(4), 604–611., Alexandria
- Diaz, R., & Merlo, E., 2008; Genetic Variation in Reproductive Traits in a Clonal Seed Orchard of *Prunus avium* in Northern Spain. *Silvae Genet*, 57(3), 110., Bad Orb

- Guitian, J., 1994; Selective fruit abortion in *Prunus mahaleb* (Rosaceae). *Am J Bot*, 1555–1558., St Louis
- Guittian, J., 1993; Why *Prunus mahaleb* (Rosaceae) produces more flowers than fruits. *Am J Bot*, 1305–1309., St Louis
- Hedhly, A., J. I. Hormaza, & M. Herrero, 2012; Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. *J Appl Bot Food Qual*, 81(2), 158–164., Göttingen
- Kajba, D., N. Pavičić, S. Bogdan & I. Katičić, 2007; Pomotehnički zahvati u klonskim sjemenskim plantažama listača. *Sumar List*, 131(11–12), 523–528., Zagreb
- Kajba, D., I. Katičić, I. Šumanovac & M. Žgela, 2011; Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Radovi (Hrvatski šumarski institut)*, 44(1), 37–51., Jastrebarsko
- Käthner, J., P. Rozzi & M. Zude, 2012; Correlation analyses of high resolution 3D soil electrical conductivity and the development of fruit trees. *CIGR-AgEng International Conference of Agricultural Engineering, Valencia*, In Proceedings (69–72.), Valencia
- Kobliha, J., 2002; Wild cherry (*Prunus avium* ild cherry (L.) breeding program aimed at the use of this tree in the Czech forestry. *J. For. Sci.*, 48(5), 202–218., Prag
- Lech, W., M. Malodobry, E. Dziedzic, M. Bieniasz & S. Doniec, 2008; Biology of sweet cherry flowering. *J. Fruit Ornam. Plant Res.*, 16, 189–199., Skierniewice
- Li, B., Z. Xie, A. Zhang, W. Xu, C. X. Zhang, Q. Liu, & S. Wang, 2010; Tree growth characteristics and flower bud differentiation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) under different climate conditions in China. *Hortic Sci*, 37, 6–13., Prag
- Luedeling, E., & P. H., Brown, 2011; A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int J Biometeorol*, 55(3), 411–421., New York
- Luedeling, E., A. Kunz, & M. M. Blanke, 2013; Identification of chilling and heat requirements of cherry trees—a statistical approach. *Int J Biometeorol*, 57(5), 679–689., New York
- Mahmood, K., J. G. Carew, P. Hadley, & N. H. Battey, 2000; The effect of chilling and post-chilling temperatures on growth and flowering of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *J Hortic Sci Biotech*, 75(5), 598–601., Ashford Kent
- Mićić N., G. Đurić, G. Dabić, 1992; Odbacivanje cvijetnih populjaka koštičavih voćaka kao posljedica prekida diferencijacije začetaka cvjetanja. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*. God. XL, 44: 87 – 97; Sarajevo
- Mićić, N., G. Đurić, M. Cvetković, & D. Marinković, 2008; Savremeni sistemi gajenja trešnje. *Zbornik naučnih radova*, 14(5), 33–47., Beograd
- Richardson, E., S. Seeley & D. Walker, 1974; RA model for estimating the completion of rest for Red haven and Elbert peach tree. *Hortic Sci*, 9, 331–332; Prag
- Rodrigo, J., 2000; Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardness. *Sci Hortic*, 85(3), 155–173., Amsterdam
- Rodrigo, J., & M. Herrero, 2002; Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Sci Hortic*, 92(2), 125–135., Amsterdam
- Ruiz, D. & J. Egea, 2008; Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. *Sci Hortic*, 115(2), 154–163., Amsterdam
- SAS 2000. SAS Institute Inc. SAS OnlineDoc®, Version 9.3
- Stephenson, A. G., 1981; Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual review of ecology and systematics*, 253–279., Palo Alto
- Tančeva Crmarić, O., S. Štambuk, & D. Kajba, 2011; Genotypic Diversity of Wild Cherry (*Prunus avium* L.) in the Part of its Natural Distribution in Croatia. *Sumar List*, 135(11–12), 543–554., Zagreb
- Wang, D., R. Karle & A. F. Iezzoni, 2000; QTL analysis of flower and fruit traits in sour cherry. *Theor Appl Genet*, 100(3–4), 535–544., New York
- Williams, R. R., 1970; Factors affecting pollination in fruit trees. In ed. L. C. Luckwill, & C. V. Cutting, *Physiology of tree crops*, 193–207., London, New York

Summary

Wild cherry (*Prunus avium* L.) is a valuable forest tree species, discontinuously distributed in mixed forests of southern, central and western Europe. Several countries established long-term breeding programs for Wild cherry, to improve the quality and production of its wood. In Croatia, 27 wild cherry trees were selected, on eight phenotypic criteria. These were cloned by grafting and a clonal seed orchard was established in the area of the Forest Office Kutina. For this research, we monitored 14 clones presented with four ramets. Selected ramets were measured over two years; 2010 and 2011. To estimate the vegetative growth we measured the 50 cm height diameter. To estimate the generative activities, one exemplary branch was marked on each ramet. Each selected branch was measured in full length, including the length of its flower and fruit bearing shoots. In April 2010 and 2011 all the flowers were counted on each exemplary branch. In May, all the fruits. The number of flowers and fruits was reduced to 100 cm length (Figure 1, Figure 3). Fruit set was calculated as the ratio of flowers and fruits (Figure 4). For all the traits average coefficients of intraclonal variability are shown for both years (Figure 2). Based on meteorological data for station Kutina in 2009, 2010 and 2011 we calculated parameters for winter inactive temperatures (Winter chilling), and spring temperatures, necessary for the beginning of the vegetation period (Forcing). We used The Chilling Hours model and the Utah model for "Winter chilling" and Growing Degree Days Model for "Forcing" (Luedeling et al. 2013), (Table 2)). The aim of this study was to determine the diversity of some reproductive traits in a sample of wild cherry clones in clonal seed orchard Kutina, correlation between these traits and correlation with vegetative growth. Another aim was to put these relationships into context of the environmental conditions at the time of flowering and fruiting. Statistically significant differences between clones were found for Number of fruits per 100 cm and Fruit set, viewed cumulatively for two years (Table 1). The statistical significance was caused by differ-

ences between clones with extreme values, while most other clones did not differ significantly (Tukey Kramer test). Overall adverse environmental conditions in 2011 (insufficient amount of winter chilling, excessive temperatures and drought in the spring) resulted in lower average fruit set than in 2010, when all of these conditions were more favourable (Table 3). The values of fruit set for 2010 and 2011 were in line with other research, or better, which indicates a satisfactory yield potential of these clones in case of favourable weather conditions, presence of pollinators and pest control. We found statistically significant correlation between Number of flowers per 100 cm and the Number of fruits per 100 cm, and between Fruit set and the Number of fruit per 100 cm for 2010 and 2011. In this study we found no statistically significant correlation between the vegetative growth of the diameter of the whole plant and reproductive characteristics estimated using exemplary branch (Table 3).

KEY WORDS: Intraclonal and interclonal variability, Number of flowers and fruits, Fruit set, Winter chilling, Forcing



www.sumari.hr/250



COMPARISON OF MECHANIZED AND MOTOR-MANUAL CUTTING OPERATION IN MIXED STANDS OF SOUTHERN SLOVENIA

USPOREDBA MEHANIZIRANE I RUČNO-STROJNE SJEĆE U MJEŠOVITIM SASTOJINAMA JUŽNE SLOVENIJE

Janez KRČ*, Uroš VRANEŠIĆ**, Boštjan KOŠIR*

Summary

By increasing the diversity of conditions influencing the forest operation we are often faced with the dilemma of combining Motor manual and Cut to length technologies. The results of time study and productivity of cutting and skidding operation in mixed stands with a substantial proportion of deciduous trees are presented. Older pole stand was divided into four homogeneous strata in which forest operation was executed by applying two different technologies (motor manual and cut to length), each on two research areas. The objective of this study was to identify the influential factors which could be used as guidelines in the decision support system evaluating the suitability of both technologies. The results show that the mechanized cutting productivity is statistically significantly different for different tree morphological characteristics. In order to set up general guidelines it was established that the productivity in stands with single-trunked, short crown and thin branches processed with Cut-to-length technology is 25% higher than in the comparable stands consisting of multi-trunked trees, deep crowns with thick branches in terms of diameter at breast height structure.

KEY WORDS: cut-to-length, motor-manual, hardwood, time study, working techniques, productivity.

INTRODUCTION

UVOD

Traditional long-wood systems, based on motor-manual cutting and wood extraction with tractors and cable cranes diminish (hereinafter referred to as MM) and are gradually replaced with the Cut-to-length technology (hereinafter referred to as CTL).

In most cases the CTL technology is applied by using harvester and forwarder in forest operation. Given the natural

conditions and stand characteristics in Slovenia we had to face the challenge of adapting the mechanized cutting forest operation to a large diversity of terrain, stand and forest ownership which affects the competitiveness of CTL technology compared to traditionally used MM technology. Forest operation is carried out in diverse topography, intensive variety of stand conditions on a relatively small area, relatively large tree dimensions and approximately the same share of growing stock between conifers and deciduous trees. Large trees also open question of combining MM and

* Izv. prov. dr. sc. Janez Krč, izv. prof. dr. sc. Boštjan Košir, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

** Uroš Vranešić, dipl. ing. šum., Slovenia Forest Service, Management unit Črnomelj, Pod smreko 10, 8340 Črnomelj
Email: janez.krc@bf.uni-lj.si
Tel.: +3861 320 3523,
Fax.: +3861 257 11 69

CTL technology (Forst-Platte-Papier, Institut fur Alpine Naturgefahren und Forstliche Ingenieurwesen, 1991). Density of forest skid roads is mainly adapted to prevailing tractor skidding, but regarding sufficient for CTL technology. In addition, there is also the ownership structure which is dominated by very small private forest properties (Medved et al. 2008, Pezdevšek Malovrh et al. 2010).

Background – Prethodna istraživanja

Despite the huge diversity of working conditions, CTL technology is in an expansion and consequently in many places effectively competes with currently dominant MM technology. We are facing a period when the new and old technologies are used close to each other – sometimes in nearby and similar working conditions. The advantages of both technologies within the various stages of production processes vary. Economic advantages of each technology are not the only reason for its choice. The process of modernization is therefore affected by many aspects of forest operation (safety, disposal of technical and human resources, human capacity building and tradition in conducting the forest operation, storm damaged forest), which have an important role in the implementation and dynamics of technological modernization.

The need for the introduction and use of CTL technologies is also expressed through trends, volume and structure of allowable cuttings. Total felling volume recorded in Slovenia in 2012, according to the Slovenian Forest Service (SFS, 2012), was 3,910,807 m³ with 2,152,467 m³ of conifers and 1,758,348 m³ deciduous trees. The average tree volume which has been cut in the last 14 years at the state level was 0.75 m³ (SE 0.09 m³) and was lower in broad-leaved trees 0.59 m³ (SE 0.04 m³) than in conifers 0.94 m³ (SE 0.15 m³). The SFS report indicates that the amount of allowable cuttings is increasing in the last period.

The recorded cutting is significantly lower than the maximum allowed annual cut (SFS, 2012). SFS recorded the largest deficit in the realization of cutting in private forests, even though analysis including the data from permanent sample plots shows a different picture (Medved et al. 2008). There are several reasons of unrealized cuttings in private forests. The cost exceeds revenues, particularly in younger stands. The forest owner alone is independent in that respect and often very selectively, i.e. from tree to tree, decides what will be cut and what kind of technology will be used. The use of CTL technology makes speculation of the rising amount of early thinning more certain. Solving the problem of economically proven early thinning of conifer and mixed stands will therefore have an important influence on future market opportunities – not only in this country but in other countries of Central Europe as well.

Modern cutting technology has been developed in northern countries basically for conifers stands. Cutting broad-

leaves with CTL technology in those countries has always had small importance. The productivity of mechanized cutting together with cost evaluation in those stand and terrain conditions was often the research subject – mainly in the Scandinavian countries (Lageson 1997, Eliasson 1998, Glöde 1999, Kärhä et al. 2004, Ovaskainen 2005, Nurminen et al. 2006). Having in mind the prevailing work condition in Scandinavia it is understandable that researchers have primarily examined the impact factors like tree species, dimensions and the cutting pattern and intensity on productivity of CTL technology. These approaches have been also followed in Central European countries with some peculiarities concerning terrain slope (Hittenbeck 2013, Visser and Berkett 2015) and thinning intensity (Stampfer 2001). Many authors have focused on original studies or compilation of different studies from abroad relating to CTL operation under different terrain conditions or machines but ignored the problem of cutting different tree species (i.e.: Bültemeier et al. 1998, Neruda, Valenta, 2003).

The impact of broadleaved tree species and associated morphological characteristics of trees on the mechanized cutting productivity has been studied less. Thus, it was established in Sweden that the productivity of the mechanized cutting was the most affected by the average size of trees and number of cutting trees per hectare (Lageson 1997). They also recorded greater productivity in the final felling in comparison to the selective cutting (thinning operation).

Productivity depends on stand density and tree species, too. We have anticipated that the main reasons for different productivity in broadleaved stands are tree species morphological characteristics and wood hardness. Some authors do not distinguish working times between softwood and hardwood species in places where hardwoods are not dominant and do not exceed volume more than 0.4 m³ / tree (Pausch, 2002). There is more interest paid in studies of CTL techniques in broadleaves in southern countries where mixed stands are more frequent (Poršinsky, Krpan, 2004). In situation like this the demand for developing different models which can evaluate the impact of unmeasured combinations on calculated productivity and cost calculations are frequent and are not discussed here.

We assume that mechanized cutting in hardwood stands compared with those of conifer stands is more pretentious, the productivity is lower and the proportion of productive time is smaller compared to the work in conifer stands. The advantages of modern technologies are therefore less obvious and are shown only on the specific sites, working fields and stand conditions. The main influential factors on the productivity of mechanized cutting of hardwood stands are tree species, their dimension, cutting intensity, size and shape of crowns, thickness of branches and morphology of stem form. Tree and terrain characteristics also affect the

quality of bucking in both CTL as well as cutting and processing with chainsaw (Han, Renzia 2005).

Similar to our research was conducted by Serbian researchers dealing with efficiency of mechanized cutting in Poplar plantations (Danilović et all, 2011). The main aim was to study productivity when different methods of work are used and tree forking effect on the time needed for steam processing. They found considerably longer (52%) average time needed to process forked steams in Poplar plantations.

In coniferous stands (black pine) the impact of tree's forkiness on work productivity using mechanized cutting was analyzed in Croatia (Vusić and Rukavina, 2010). They elaborated productivity models for time consumption for straight and forked tress, which show considerable decrees in productivity (between 50% and 70%) for forked trees.

The assessment of the effectiveness has also been included in the study of suitability of their use (Krč, Košir 2003). In particular, the study discussed the economics of CTL introduction (Krč 2004) and the effectiveness of machine operators' training for work with harvester and forwarder (Malovrh et al. 2004).

In the year 2010, the research focusing on standard times for large harvesters (John Deere 1270D, John Deere 1470D, Ecolog 580C) has been concluded by Slovenian Forest Institute for the purposes of national standard times tables. Standard times are valid for most frequent use of harvesters (together with forwarding) in thinnings of conifers and broadleaves (cutting intensity between 50 and 100 m³/ha). Following the Slovenian tradition, the trees were marked as were also the trails for cutting and forwarding. The average tree in a cutting unit did not exceed 1.8 m³ for conifers and 1.5 m³ for broadleaves (maximum cutting diameters 60 cm, tip-to-tip diameters up to 40 cm). Combinations between chain saw and harvesters have been recorded, but not included in the final report. One of the main problems has been recording and evaluation of delay times. The technology has not been stabilised yet and several different work day organisations have been met.

Purpose of the research – *Cilj istraživanja*

Current professional work study and research efforts are mainly concerned with the mechanized cutting in association with wood forwarding.

This study focuses on young hardwood stands and has the following objectives:

1. Identification of differences in the productivity in cut-to-length technology (mechanized cutting) for typical values of the influential variables,
2. Comparison of productivity between fully mechanized cutting and motor-manual cutting, skidding with tractors of different kind.

3. Analyzing the structure of unproductive time. It is assumed that the reduced productivity in hardwood stands compared with the conifers stands largely reflects in higher share of unproductive time. Consequently, there is a smaller proportion of the main productive time due to difficult working conditions, and in particular the hardness of wood and unfavorable morphology in comparison with conifers stands.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Experimental sites – *Područje istraživanja*

The research area is located in the southeast region of Slovenia, in the vicinity of the town Novo Mesto, regional forest management unit Mirna Gora. The prevailing plant association (*Omphalodo – Fagetum galietosum odorata*) is one of the best in the Dinaric fir-beech forest sites, now secondary forest of silver fir, spruce and beech with a capacity up to 8.9 m³/ha of annual increment. The section is located on moderate slopes with its altitude ranging between 810 and 930 m. Relief is undulated and sink-holed, mostly of north-east orientation with a maximum slope of 45 %. Rockiness is due to dolomite bedrock very small, but the ground bearing capacity is not problematic and considered above average in the wider region.

The experimental plots (Figure 1, strata I to IV), belong to the developmental stage of older pole-wood stand (DBH between 20 and 30 cm). The current stand tree structure on experimental plot consists of beech dominated stands (13.86 ha) with Norway spruce and maple (*Acer sp.*). On a small part of the section (4,6 ha) there are Norway spruce pole stands with mixture of deciduous trees while the rest includes pole-wood stand of beech (*Fagus sylvatica*) with a mixture of mountain maple (*Acer pseudoplatanus*). There are also portions of low quality mature spruce stand with a mixture of deciduous trees in the sink-holes, with deep soil and rich in nutrients. In some parts of the studied area there are separated trees of mountain elm (*Ulmus glabra*). Table 1 shows the volume structure of stand by extended DBH size classes.

The average growing stock is 338 m³/ha. The total ten-year allowable cut defined by forest management plan for forest compartment (basic forest inventory unit) amounts to 861 m³ for conifers and 1,841 m³ for deciduous trees, and together represents 22.1% of the total growing stock. Most of the stand originates from the time after 1918 when there was a forest rail-way causing clear cuttings along its track. The new stand developed from a mixture of artificially introduced spruce and natural regeneration of fir and various deciduous species from the wider surroundings. The stands were never thinned with the exception of some remnants

Table 1: Shares of wood volume by tree species and extended DBH classes in study stand

Tablica 1: Udjeli drvne zalihe u pokusnim plohamama prema vrsti drveta i razredima prsnih promjera

Tree Species <i>Vrsta drveta</i>	The share of wood volume [%] <i>Udio drvne zalihe</i>	Extended DBH class <i>Proširene klase promjera</i>		
		Less than 30 cm [%] <i>Manje od 30 cm [%]</i>	30–50 cm [%] <i>Više od 30 cm [%]</i>	Over 50 cm [%] <i>Više od 30 cm [%]</i>
Spruce /Smreka	31.8	52.0	42.4	5.6
Fir/Jela	0.8	47.5	37.4	15.2
Beech/Bukva	54.2	65.4	27.8	6.7
Oak/Hrast	0.2	70.0	26.7	3.3
Maple/Javor	10.4	65.7	27.7	6.6
Elm/Brijest	0.9	66.1	29.4	4.6
Cherry/Trešnja	1.6	65.8	28.6	5.6
Sum/Ukupno	100.0	61.1	32.5	6.4

of older stands. On the predominated part of the research stands the second commercial thinning was carried out.

The research area openness with cutting and skidding paths for timber harvesting has been adapted to CTL technology. One part of tractor and forwarder skid-roads was built in advance in those places where harvesters were not able to work. In the selected strata of experimental plots for motor-manual method (chainsaw cutting, skidding with a tractor) there was 2,265 m of new marked tractor skidding trails on the area of 16.46 ha. The openness with skidding trails for motor-manual cutting and tractor skidding was 209 m/ha. On two randomly chosen plots for CTL technology there were 5,969 meters of skid trails marked in total. Together with the prior existing infrastructure (roads and

skidding trails) there was an average openness of 450 m/ha (Figure 1).

Experiment Design – Plan istraživanja

The studied stand was divided into two experimental treatments, each with two repetitions, where randomly CTL (I and III) and / or MM (II and IV) technology with tractor skidding was used (Figure 1).

Within the strata, clearly visible numbers were painted on marked trees in advance. For each number (each tree separately), the following characteristics were recorded:

- Tree species,
- Breast-height diameter,
- Stem form (single, forked trees – double trunked trees, multi-trunked trees form),
- Length of the crown ($\frac{1}{2}$ tree height, $\frac{1}{3}$ tree height, $\frac{1}{4}$ tree height),
- Average thickness of branches (up to 10cm, between 10 and 15cm, above 15cm),
- Additionally, some specifics of tree (for instance highly bending trunks) were recorded.

The average values of harvested trees by species and DBH dimensions are shown in Table 2.

Altogether, there were 229 trees cut by applying CTL technology with the total volume of 83.33 m^3 , an average DBH of 19.55 cm and average tree volume of 0.36 m^3 . Volume structure by tree species for mechanized cutting is shown in Table 3. The cutting intensity (ratio between removed and initial stand volume) was 25.3 % on two CTL cutting

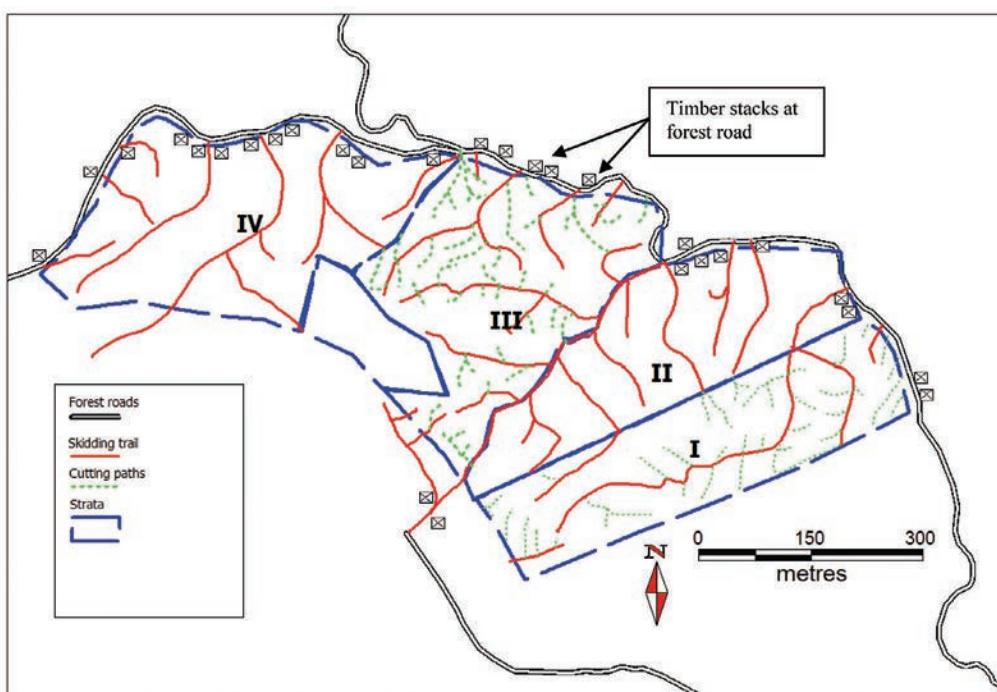


Figure 1 Study area map divided into experimental treatments with forestry infrastructure

Slika 1. Područje istraživanja podijeljeno na pokusne plohe sa šumskim prometnicama

Table 2. Tree species and DBH structure of felled trees for both CTL and motor manual technology

Tablica 2. Vrsta drveta i promjeri oborenih stabala za mehaniziranu i ručno-strojnu sječu

Technology	CTL / mehanizirana sječa			MM / ručno-strojna sječa		
	Average DBH [cm]	Std. Dev. [cm]	Average DBH [cm]	Std. Dev. [cm]	Average DBH [cm]	Std. Dev. [cm]
Tree species	No. Broj	Prosječni DBH [cm]	Stan-dardna devijacija [cm]	No. Broj	Prosječni DBH [cm]	Stan-dardna devijacija [cm]
Vrsta drveća	Beech/ Bukva	185	18.49	6.38	157	15.99
	Maple/ Javor	39	23.03	5.89	54	16.65
	Spruce/ Smreka	5	31.80	12.11	13	28.08
	Total/Ukupno	229	19.55	6.89	224	16.85
						5.66

stratums and 23.3 % on two stratums where MM cutting and tractor skidding operation was applied.

The time study was made according to IUFRO recommendations using handheld computer) as shown on Table 4. The analysis of CTL technology included two days of recorded data or 13.3 hours of work place time. Productive machine time includes work related delays up to 15 min. The time study of MM cutting and tractor skidding was made in four days, recording 24.74 hours of total work place time. All technologies were divided into standard work elements with separation of Work and Non-work time (Table 4).

In order to determine the productivity of cutting and processing operation, we made the inventory of cut trees. Felling was carried with harvester machine Timberjack 1270 D with

Table 3 Structure of the felled trees on two CTL treatments (I and III)

Tablica 3. Struktura posjećenih stabala u dva tretmana mehanizirane sječe (I i III)

	Total Ukupno	Beech Bukva	Maple Javor	Spruce Smreka
No. of trees / Broj stabala	229	185	39	5
Volume / Volumen [m ³]	83.33	57.57	19.78	5.97
Mean volume / Prosječni obujam [m ³]	0.36	0.31	0.51	1.19
Std. deviation / Standardna devijacija [m ³]	0.33	0.28	0.31	0.71

harvesting head H 754, built for softwoods. The range of hydraulic boom was 11.5 m. The harvester was used to prepare log piles on the skidding trails; timber extraction was carried out by forwarder Timberjack 1010 D.

All statistical analyses were carried out in the statistical package SAS. Data of productive time was analyzed on the logarithmic scale to reduce heteroscedasticity.

RESULTS

REZULTATI

The impact of morphological characteristics of trees on the productivity of CTL – *Utjecaj morfoloških parametara stabala na učinak harvestera*

In order to compare productivity between MM and CTL technologies we performed time study of work element cutting and processing in dependence to recorded tree mor-

Table 4. Work time elements classification for CTL and MM cutting technology

Tablica 4. Klasifikacija radnog vremena za mehaniziranu i ručno-strojnu sječu

Technology (skidding machine) Tehnologija rada (stroj za privlačenje)	Time Vrijeme	Work elements classification Klasifikacija radnih sastavnica
CTL (Forwarder)	Work time / Radno vrijeme	Moving to the site, Driving on the site, Driving in the stand, Positioning of the machine, Positioning-to-cut, Felling and processing, Clearing, piling residues <i>Vožnja do radilišta, Vožnja po sječini, Pozicioniranje harvestera, Pozicioniranje glave harvestera, Sječa i izrada, Čišćenje okoliša, Uhrpavanje šumskog ostatka</i>
	Non- Work time/ Neradno vrijeme	Service Time, Planning Time, Rest and Personal Time, Meal time, Disturbance Time <i>Vrijeme servisiranja, Vrijeme za izradu operativnih planova rada, Vrijeme za odmor i osobne potrebe, Pauza za ručak, Vrijeme prekida</i>
MM (Tractor)	Work time Radno vrijeme	Preparing for felling, Felling cut, Undercut, Wedge driving at felling, Release the caught tree, Root collar processing, Bucking and crosscutting, Limbing, Clearing the site with the chainsaw, Clearing the site manually, Searching and moving to the next marked tree <i>Priprema na rušenje, izrada zasjeka, potpiljanje, zabijanje klinu, oslobađanje zaustavljenih stabala, obrada perca, prikrajanje i trupljenje, kresanje grana, čišćenje okoliša motornom pilom, čišćenje okoliša–ručno, traženje i premještanje do sljedećeg stabla.</i>
	Non- Work time/ Neradno vreme	Workers short rest time and other delays because of workers needs Maintenance Time, Refueling Time, Repair Time, Planning Time, organization delays, Meal Time, Operational preparatory time <i>Kratki odmori i prekidi zbog osobnih potreba, održavanje, dopunjavanje goriva, popravak, planiranje, organizacijski prekidi, Pauza za ručak, pripremno-završno vrijeme</i>

Table 5. Average daily workplace time for mechanized cutting (CTL)
Tablica 5. Prosječno radno vrijeme u danu kod harvester-a

WORKING ELEMENT / Radni element	[%]	[min]
Driving on the site/ Vožnja do radilišta*	2	9.6
Driving in the stand/ Vožnja po sjećini*	12	57.6
Positioning of the machine / Pozicioniranje harvester-a*	1.5	7.2
Positioning-of harvester head / Pozicioniranje glave harvester-a *	6.7	32.2
Felling and processing (Main Work Time)		
Sjeća i izrada (Glavno radno vreme)	40.7	195.4
Productive time total / Produktivno vrijeme—zajedno	62.9	302
Rest and personal time / Kratki odmori i prekidi zbog osobnih potreba *	6.1	29.3
Service Time / Održavanje *	4.2	20.2
Work Related Delay Time / Organizacijski prekidi *	9.8	47.0
Disturbance Time (time study. visitors) / Smetnje (snimanje, posjeti)*	3.7	17.8
Change-Over Time / Pripremno-završno vrijeme *	4.2	20.2
Meal time / Vrijeme za objed *	9.1	43.7
Non-Work Time / Neradno vrijeme*	37.1	178

(*not included in impact analysis of characteristics tree/stand factors) / (nije uključeno u analizu utjecajnih čimbenika stabala/ sastojine)

phological characteristics. Additionally, by using the productivity data we compared the efficiency of both technologies, separated by the general stand characteristics determined by morphological characters of the trees.

In the mechanized cutting operation we recorded the share of 62.9 % of productive time, out of which the Main work time (Felling and processing) was 64.7 % while the rest pertained to Complementary work time 35.3 % (Driving in the stand /site, Positioning of the machine, Positioning of the harvester head). The structure of Work Place time with respect to Work time and Non-work time is within limits for similar operations elsewhere.

The impact of individual factors which are related to tree characteristics was studied by the analysis of the Main

Table 6 Frequency distribution of the removed trees by morphological characteristics for CTL

Tablica 6. Distribucija morfoloških značajki harvesterom posjećenih stabala

Tree Characteristics / Morfološka karakteristika stabala	Class / Razred	Number of trees / Broj stabala n = 229
Crown class / Razred krošnje	1/2 tree height / ½ visina stabala	10
	1/3 of tree height/ 1/3 visina stabala	42
	1/4 tree height/ ½ visina stabala	177
Stem form class / Razred oblika stabala	Single/ Jedno deblo	179
	Double trunked trees/ Dva debla	42
	Multi-trunked / Više debala	8
Average thickness of branches/ Prosječna debljina grana	Up to 5cm / Do 5 cm	100
	5–10 cm	69
	Over 10 cm / Više od 10 cm	60

Work time (Felling and processing). The analysis of felling and processing time has included the following independent variables: DBH, crown length, branch thickness and stem form. The distribution of cut trees by influential factor classes is shown in Table 6.

By regression analysis we determined which of the influential factors has a statistically significant impact on felling and processing. The results showed that the linear regression model is significant for explanation of efficiency in Main Work Time. The model explains 76 % variance ($R^2 = 0.76$), but the contributions of individual variables are very different (Table 7).

The variables with a statistically significant impact are the breast height diameter (DBH) and stem form. We conducted the analysis of covariance where the dependent variable was felling and processing time. We used DBH as covariate; the stem form was used as an independent variable which also has statistically significant influence on productivity.

Furthermore, we tested the level of interaction between independent variable (stem form) and covariate (DBH).

The analysis of the characteristics of the interaction between covariate (DBH) and independent variable (stem form) shows the atypical interaction of both variables. Even partial Eta squared is close to zero and this may further confirm the assumption that there is a small proportion of variation explained by the interaction of both variables. Therefore, we can accept the assumption that the covariate variable (DBH) is homogeneously distributed within the value of independent variable (steam form).

In Table 8 the average values of Main productive time by stem form classes for CTL technology are shown.

The expectation of increasing average main productive time consumption by the classes of stem forms are confirmed – that is by a growing class of tree forking. The statistical tests were conducted in order to qualify the conditions of the performance in the covariance analysis (Table 9).

The analysis of covariance shows that the stem form has a statistically significant impact on work element Felling and

Table 7 Linear regression model of logarithmic transformation for Main Work Time by set of analyzed influential factors

Tablica 7. Model linearne regresije logaritamski transformiranih podataka za glavno produktivno vrijeme sa analiziranim utjecajnim faktorima

Model / Model	B	Std. Dev / Standardna devijacija	Beta	t
(Constant/ Konstanta)	0.688	0.102		6.734 0.000
Crown class/ Razred krošnje	0.028	0.026	0.043	1.073 0.285
Stem form/ Razred oblika stabala	0.093	0.025	0.139	3.721 0.000
Branch thickness/ Debljina grana	0.040	0.022	0.096	1.853 0.065
DBH	0.037	0.003	0.754	14.627 0.000

Table 8 Mean values of Main productive time by stem form classes
Tablica 8. Prosječne vrijednosti glavnog produktivnoga vremena po razredima oblika stabala

Stem form Oblik stabala	Mean [min] Prosječno	Std. Dev. Stanadardna devijacija	N Broj
Single / Jedan	0.85	0.66	179
Double / Dva debla	1.64	1.20	42
Multi-trunked / Više debala	4.05	1.22	8
Total / Ukupno	1.11	1.03	229

Table 9 Analysis of covariance testing productivity between the classes of stem form (covariate DBH)
Tablica 9. Analiza kovarijance u testu produktivnosti izmedu razreda oblika stabala (kovarijanca DBH)

Source Izvor	Type III Sum of Squares Vrsta III Suma kvadrata	df	Mean Square Srednji kvadrat	F	Sig.	Partial Eta Djelimičan Eta
Corrected Model <i>Ispravljen model</i>	20.255 ^a	3	6.752	240.439	0.000	0.762
Intercept <i>Intecepција</i>	11.660	1	11.660	415.237	0.000	0.649
DBH	13.782	1	13.782	490.794	0.000	0.686
Stem form Oblik stabala	0.469	2	0.235	8.355	0.000	0.069
Error <i>Pogreška</i>	6.318	225	0.028			
Total (n of cases)	675.444	229				
Ukupno (broj slučaja)						
Corrected Total <i>Ukupno (ispravljeno)</i>	26.573	228				

a. $R^2 = 0,762$ (Adjusted $R^2 = 0,759$) / $R^2 = 0,762$ (Prilagođen $R^2 = 0,759$)

processing (when harvester head is in direct contact with tree) excluding the DBH as covariate effect.

In order to test productivity on the basis of tree characteristics we made separated comparisons inside feasible unique thickness of the trees from 15 to 20 cm DBH (both types of tree characteristics were available), classifying the trees into two classes:

- a. single-trunked, short crown and thin branches,
- b. multi-trunked, long crown, thick branches.

The results showed that by the average tree 0.21 m^3 (DBH 17,5 cm) in stands of privilege class (a class) for mechanized cutting has a 25 % higher productivity than in stands where there are multi-trunked trees with deep crown (b class). Consequently, we conclude that the felling and processing costs of mechanized felling and processing are 25 % lower in younger stands with average DBH 17,5 cm.

In order to test the same influence of tree morphological characteristics on productivity we executed the time study for MM cutting and tractor skidding. The analysis according to the morphological tree characteristics showed minor differences in productivity. When processing tall trees (class a) with the average volume of 0.21 m^3 the average productivity was $2.77 \text{ m}^3/\text{hour}$. It amounted 16 % more than productivity of multi-trunked trees with long crown (class b).

Efficiency analysis – Analiza učinkovitosti

For the purpose of comparing the efficiency of both technologies, we conducted the analysis of the Main work time. The reason of using Main work time as a dependant variable was an objective to find a direct impact of the tree size on the efficiency (Table 10). In case of mechanized cutting we analyzed all the working elements where the harvesting head was in direct contact with a tree (it includes following working elements: felling, delimiting, bucking and crosscutting). In MM cutting we also took into consideration all working elements that were directly related to the processing of tree (felling cut, undercut, wedge driving at felling, root collar pro-

Table 10 Dependence of efficiency in main work time on DBH by technology

Tablica 10. Zavisnost učinkovitosti produktivnog radnog vremena od promjera stabla i tehnologije

DBH [cm] <i>Promjer</i>	CTL / mehanizirana sječa				MM / ručno-strojno sječa			
	Main work time [min/tree] <i>Produktivno radno vrijeme</i>	SE [min/ tree] <i>Standardnade- vijacija</i>	Produ-ctivity [min/m ³] <i>Produktivnost</i>	No. of Trees <i>Broj stabala</i>	Main work time [min/ tree] <i>Produktivno radno vrijeme</i>	SE [min/ tree] <i>Standardnade- vijacija</i>	Produ-ctivity [min/m ³] <i>Produktivnost</i>	No. of Trees <i>Broj stabala</i>
5–9	0.27	0.1	32.62	16	0.98	0.96	51.58	10
10–14	0.45	0.18	6.03	41	1.46	0.5	20.86	79
15–19	0.68	0.32	3.29	66	2.09	1.06	9.92	71
20–24	1.07	0.48	2.71	50	3.07	1.41	7.49	38
25–	2.36	1.3	2.83	56	6.08	2.56	8.94	5

Table 11: The share of felled trees where delays were recorded and stem form structure for both CTL and MM technology

Tablica 11: Udio oborenih stabala sa snimkom kašnjenja i struktura oblika stabala za mehaniziranu i ručno-strojnu sjeću

DBH class / Stem form class Debljinski razred / oblika stabala	Delay Kašnjenje CTL	Steam form structure Struktura oblika stabala CTL	Delay Kašnjenje MM	Stem form structure Struktura oblika stabala MM
I (<30 cm)	6,50	100,00	28,08	100,00
Single / Jedan	6,54	86,99	27,54	94,52
Multi-trunked / Više dabala	6,25	13,01	37,50	5,48
II (30–50 cm)	2,70	100,00	47,22	100,00
Single / Jedan	2,04	66,22	53,57	77,78
Multi-trunked / Više dabala	4,00	33,78	25,00	22,22
III (>50 cm)	28,57	100,00	50,00	100,00
Single / Jedan	33,33	42,86	100,00	50,00
Multi-trunked / Više dabala	25,00	57,14		50,00
Total / Ukupno	6,64		32,07	

cessing, bucking and crosscutting, delimiting). The comparison results are shown in Table 10.

The difference between largest and smallest DBH is more than three times and generally decreases by increasing the tree DBH size. Observing the Main work time we noticed that the variability in productivity is generally increasing with increasing tree dimensions by CTL and decreases by MM technology. Results are partly influenced by number of samples, which is for larger DBH classes very small.

Delays – Prekidi rada

The share of unproductive time has a large impact on the efficiency of both CTL and motor manual technology. We separated delays (worker, machine and organization related – for instance organization delays, disturbance time) from the entire non-work time. The distribution of recorded trees regarding delays is shown in table 11.

Table 11 shows large average differences in recorded delays between the two analyzed technologies (6,64 versus 32,07 percent). In both cases recorded delays increase with DBH class. The ratio between CTL and MM shares decreases with increasing DBH class. Consequently, we assume that this is an important reason that the comparative advantage of CTL technology decreases in the same direction (with increasing DBH class). We cannot confirm that delays are more likely to occur in single vs. multi-trunked trees for either CTL or MM technology.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

We have expected higher differences in productivity observing only Main work time between the analyzed technologies in favor of mechanized cutting. Past research reported the average ratio of 1:7 in favor of mechanized cutting in conifers

stands. The results show that in observing the average mechanized Main work time (direct contact with a tree), CTL is only 3 times more efficient than the MM cutting.

The ratio between MM and CTL productivity is higher in the coniferous stands, which is logical; delimiting represents a significantly larger proportion of the working time by MM cutting in young coniferous stands than in hardwood stands. Glöde (1999) reported that harvester Valmet 892/960 had delimiting problems in pine stands with the average branches diameter more than 7 cm and in birch stands with branches more than 8 cm in diameter at a place of cutting off (delimiting). He concluded that most delays occurred in working element processing the tree.

We analyzed the reasons for spending additional time for cutting and processing of multi-trunk trees. In the case of forked trees the operator had many problems with tree processing. The following situation was very often recorded: the tree crown begins immediately after the twig, which is an additional obstacle because the processor head does not develop a sufficiently high velocity for a successful delimiting. In the situation of multi-trunked trees difficulties are even greater. Operator must drop the tree to the ground by every point /occasion/ where tree forks and after that re-hold it, consequently prolonging the delimiting time. The feeding rollers and cutting knives of harvester head do not develop sufficient force for the successful cutting off branches.

In comparison the MM cutting of multi-trunked trees does not cause as many problems; additional delimiting has to be done which in terms of working technique and productivity does not differ from the single-trunked processing. The most time-consuming work element is therefore delimiting. It can be concluded that the mechanized cutting has higher suitability in the stands dominated by single-trunked trees with thin branches and short crown.

Morphological characteristics of trees also affect the productivity of mechanized cutting. We calculated the productivity of 7.36 m³ per PMH in the single-trunked stands. The average tree volume was 0.21 m³. This productivity was 25 % higher than in the stands with multi-trunked trees with a long crown.

The ratio between Work place time and Work time was 1: 1.62. This ratio is higher than ratios (1.39), which has been used for calculation of recommended standard times of CTL cutting with heavy harvesters on the Slovenian state level or the one recorded in Austria (1.35) (Stampfer, 2001). Spinelli and Visser (2008) also report lower coefficients. Explanation of this difference was not a specific subject of this study. However, the problem can be pointed out relating to work organization and delays which are connected with it (repairs, refueling, workers breaks, meal time etc.).

The time study of mechanized cutting and processing shows that the Main work time (when harvester head is in direct contact with the trunk), amounts to 63.4% of work time. In comparison to studies in the coniferous stands (Nurminen et al. 2006), it is closer to those at work in the final fellings, where the authors report 62 % share of Main work time (felling and processing) in the final felling and only 45 % main work time share in the mechanized thinning operation.

The presented findings are the results of study where the productivity was compared for both technologies (MM cutting vs. CTL technology in deciduous stands). Certainly we know that a comprehensive assessment which would analyze additional influential factors (the cutting intensity, environmental impact, ergonomic load, different technological solutions) – would be much more complex. Such a complex study would give different and more general relationships for suitability of forest operation technologies in hardwood stands.

REFERENCES

LITERATURA

- Bültemeier, A., Flechig, B., Liebscher, W., Petzold, H., Weikert, J. 1998. Hochmechanisierte Holzernte. Merkblatt zum Einsatz von Kranvollerntn (Harvestern). Freistaat Sachen, Staatministerium für Landwirtschaft Ernährung und Forsten, Dresden, 49 p.
- Danilović, M., Tomašević, I., Gačić, D., 2011: Efficiency of John Deere 1470D ECOIII Harvester in Poplar Plantations. *Croat. j. for. eng.* 32(2): 533–548.
- Eliasson, L. (1998) Analyzes of single-grip harvester productivity. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Umeå. 24 p
- Glöde, D. (1999) Single-and double-grip harvesters – productive measurements and final cutting of shelterwood. *Journal of Forest Engineering* 10:63–74.
- Han, H.-S., Renzia, C. (2005) Effect of ground slope, Stump diameter, and species on height Stump for Chainsaw and Feller-buncher felling, *IJFE* 16:81–88.
- Hittenbeck, J., 2013: Estimation of Trafficable Grades from Traction Performance of a Forwarder. *Croat. j. for. eng.* 34(1): 71–81.
- Kärhä, K., Rönkkö, E. Gums & S.-I. (2004) Productivity and cutting costs of thinning harvesters. *IJFE* 15:43–56.
- Krč J. (2004) Analiza jakosti možnih sečenj z vidika uvajanja sodobnih tehnologij gozdnega dela na severnem predelu Slovenije. V: *Gozdarski vestnik* 62:12–18.
- Krč, J., Košir, B. (2003) Presoja različic omejitev rabe strojne sečne lesa z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji. *Zb. gozd. lesar.*, , 71:5–18.
- Krč, J., Košir, B. (2004) Stroški dela v različicah delovnih pogojev in izkorisčenosti strojev za sečno =. *Zb. gozd. lesar.*, , 75:105–120.
- Lageson, H. (1997) Effects of thinning type on the harvester productivity and on the residual stand. *Journal of Forest Engineering*, 8:7–14.
- Malovrh, Š., Košir, B., Krč, J. (2004) Analiza učinkovitosti učenja strojnika na stroju za sečno = Harvester operator learnig efficiency analysis. *Zb. gozd. lesar.*, 75:53–69.
- Medved, M., Matijašič, D. (2008) Spremljanje poseka pri gospodarjenju z gozdovi. *Gozd. vestn.*, vol. 66, No. 1, p. 49–64.
- Ovaskainen, H. (2005) Comparison of harvester work in forest and simulator environments. *Silva Fennica* 39:89–101.
- Nurminen, T., Korppunen, H. & Uusitalo, J. (2006) Time consumption analysis of the Mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* 40:335–363.
- Pausch, R. (2002) Ein System-Einsatz zur Untersuchung von Zusammenhangen zwischen Waldstruktur, Arbeitsvolumina und Kosten den technischen und biologischen Produktion in Forstrevieren ost- und nordbayerischer Mittelgebirge. Dissertation. Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umweltd der Technischen Universität München, München, 301 p.
- Pezdevšek Malovrh, Š., Zadnik Stirn, L., Krč, J. (2010) Influence of ownership and property structure on willingness of private forest owners to cooperate = Utjecaj vlasničke i posjedovne strukture na spremnost šumoposjednika na povezivanje. *Šumarski list*, 134:139–149.
- Poršinsky, T., Krpan, A., 2004. Efficiency of Mechanical Felling and Processing in Soft and Hardwood Broadleaved Stands – part 2: Efficiency of Harvester in the Culture of Soft Broadleaf trees. *Šumarski list* No. 5–6, Zagreb, p. 233–244.
- Visser, R., Berkett, H., 2015: Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting. *International Journal of Forest Engineering* 26(1): 1–9.
- Vusić, D., Rukavina, N., 2010: Utjecaj rašljavosti stabala crnoga bora na proizvodnost harvester-a. *Nova meh. šumars.* 31: 37–43.
- SFS (2012) Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih. (<http://www.zgs.si/slo/zavod/informacije-javnega-znacaja/letna-porocila/>)
- Spinelli, R., Visser, R. (2008) Analysing and Estimating Delays in Harvester Operations. *International Journal of Forest Engineering*, Vol 19, No. 1., p. 36–41.
- Stampfer, K. (2001) Leistungs Daten, MHT Robin, Neuson 11002 HV, Impex Konigstiger. Forst-Platte-Papier, Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliche Ingenieurwesen, BOKU, Wien, 15 p.
- ... 1991. Harvester / Prozessoren, Maschinen in der Durch Forstung, Forst-Platte-Papier, Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliche Ingenieurwesen, BOKU, Wien, 48 p.

Sažetak

Povećanjem raznolikosti uvjeta koji utječu na šumske operacije, često smo suočeni s nesuglasicama između tradicionalnih i modernih tehnologija. U radu su prikazani rezultati studije vremena rada i proizvodnosti sječe i privlačenja drva u mješovitim sastojinama sa značajnim udjelom listača. Starija sastojina podijeljena je na četiri jednaka dijela u kojima su izvedene šumarske operacije primjenom dviju različitih tehnologija (ručno-strojna i strojna sječa i izradba), svaka od njih na dvije površine.

Cilj istraživanja bila je usporedba proizvodnosti spomenutih tehnologija i izlučivanje utjecajnih čimbenika koji bi mogli poslužiti kao smjernice u procesu ocjene primijenjenih tehnologija kroz sustav za podršku odlučivanju. Rezultati pokazuju da proizvodnost strojne sječe statistički značajno odstupa između morfološki različitih stabala. U cilju donošenja općih smjernica, ustanovljeno je da je proizvodnost kod CTL tehnologije 25% veća u sastojinama onih stabala koja imaju jedno deblo, kratku krošnju i tanke grane, u odnosu na sastojine stabala koja imaju više debala, dugačku krošnju i deblje grane, ovisno o distribuciji prsnih promjera doznačenih stabala.

KLJUČNE RIJEČI: ručno-strojna sječa, vrste tvrdog drva, studij vremena, radne tehnike, proizvodnost.

EFFECTS OF HARVESTING ACTIVITIES ON LITTER DECOMPOSITION RATES OF SCOTS PINE, TROJAN FIR, AND SWEET CHESTNUT

UTJECAJ AKTIVNOSTI PRIDOBIVANJA DRVA NA STUPANJ RASPADANJA LISTINCA ŠKOTSKOG BORA, TROJANSKE JELE I PITOMOG KESTENA

Korhan ENEZ*, Burak ARICAK*, Temel SARIYILDIZ*

Summary

This study aims to investigate the possible effects of harvesting activities on litter decomposition in micro ecologic areas belonging to 3 different species (Trojan fir (*Abies nordmanniana* subsp. *Equi-trojani* (Aschers & Sint. ex. Boiss) Coode & Cullen), scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and sweet chestnut (*Castanea sativa* Miller)). To this end, litter decomposition experiments were carried out on these three species. The litter decomposition specimens were placed on their own stands where there were harvesting activities in previous years and in neighboring stands where there were no harvesting activities for control purposes. These micro ecologic areas are nonharvesting activity areas (control) (C), intra-forest skidding roads (Skidding road) (SR), under logging residues (Logging residue) (LR) and areas with a 20% slope and top-soil damaged during harvesting activities and scalped mineral soil (SMS). The decomposition processes were observed for 18 months, mass change values were calculated every six months and their mass loss and decomposition values were calculated. At the end of eighteen months, it was seen that the effects of intra-forest activities on litter decomposition showed differences among micro ecologic areas. According to the study results, forest harvesting activities (C, SR, LR and SMS) affect litter decomposition in various micro ecologic areas that occur in the remaining stand in great extent. As well as this, it is seen that the effect of forest harvesting activities on the litter decomposition is not in the same direction for every species. This study revealed that on micro ecologic areas decomposition sorting in ascending order was LR > C > SMS > SR for scots pine needles, LR = SR > C > SMS for Trojan fir needles, and C > SR > LR > SMS for sweet chestnut leaves. It has been concluded that forest harvesting activities influenced litter decomposition rates significantly.

KLJUČNE RIJEČI: litter mass loss, logging, skidding road, scalping, logging residue.

INTRODUCTION UVOD

In forest ecosystems, the litter decomposition is a nutrient resource, rich in nutritional elements required for trees to grow. It also plays an important role in the pedogenesis mechanism (Sariyildiz and Anderson, 2005) and as an energy

resource for soil micro- and macro-organisms that live in the environment (Heal et al., 1997). The litter breaks down and decomposes and creates a humus layer. The litter decomposition and nutrient release play a critical role in the biochemical cycle of forests as well (Aerts, 1997). Considering the carbon released into the environment, it is also important for the carbon cycle (Indermühle et al., 2000). This

* Assist. Prof. Dr. Korhan Enez, Corresponding author: korhanenez@kastamonu.edu.tr; Assist. Prof. Dr. Burak Aricak, baricak@kastamonu.edu.tr; Prof. Dr. Temel Sariyildiz, tsariyildiz@kastamonu.edu.tr, Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37150, Kastamonu, Turkey.

makes the litter decomposition an important part of the global carbon budget (Liski et al., 2003).

There has been several studies on the importance of litter decomposition (such as Prescott, 1997; Sariyildiz, 2002; Girisha et al., 2003; Sariyildiz and Küçük, 2008; Sariyildiz et al., 2008; Çakiroğlu 2011). In these studies, it was revealed that there were three main factors influencing the litter decomposition and nutritional element release. These are (1) the climatic characteristics (especially temperature and precipitation) of the environment in which the litter decomposition occurs, (2) number, type and activity of micro-organisms and edaphones that perform the litter decomposition, and (3) the chemical components of the litter (especially total carbon, nitrogen, hemicellulose, lignin and nutritional element concentrations and their ratios such as C:N or lignin: N). In general, while climatic characteristics are effective on the litter decomposition in different geographic regions, the chemical composition of the litter is particularly effective in more limited, local areas (Sam et al. 2004).

The relationship between the quality of decomposing material and decomposition rate was emphasized in numerous studies and it was reported that there could be another dominant factor in addition to the two main factors that influences the course of micro-organism activities (climatic characteristics and chemical composition of the litter) (Sariyildiz, 2002). In these studies, the effects of forest stands and organic matters in the area on the litter decomposition in different wood raw material production regimes (Prescott, 1997) and the effects of soil erosion and compaction that occur as a result of activities carried out in forest ecosystem during wood raw material production on the biological characteristics of the soil were investigated (Startsev et al., 1997). There have also been studies that were conducted in order to determine the efficiency of sustainable forestry activities and interventions that were made in order to meet forests' silvicultural requirements, especially after clear-cutting (Bird and Chatarpaul, 1988). Although there have been studies in the literature on the differences between litter decomposition mechanisms on different micro-ecological areas formed after harvesting activities in the remaining stand (Kranabetter and Chapman, 1999; Bird and Chatarpaul, 1988; Jordon et al., 2003), there are no studies on the effects of different methods used in wood raw material production on the litter decomposition.

Therefore, this study aims to investigate the possible effects of harvesting activities on stands belonging to 3 different species (Trojan fir (*Abies nordmanniana* subsp. *Equi-trojani* (Aschers & Sint. ex. Boiss) Coode & Cullen), scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and sweet chestnut (*Castanea sativa* Miller)) and logging residues in the stand as a result of these activities on the litter decomposition. To this end, litter decomposition experiments were carried out on these three species. The litter decomposition specimens were placed on

(1) nonharvesting activity areas (control) (C), (2) intra-forest skidding roads (Skidding road) (SR), (3) under logging residues (Logging residue) (LR) and areas with a 20 % slope and top-soil damaged during harvesting activities and (4) scalped mineral soil (SMS) micro ecologic areas. The decomposition processes were observed for 18 months and mass change values were calculated every 6 months.

STUDY AREA

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

This study was conducted in Kastamonu ($41^{\circ} 22' N$, $33^{\circ} 47' E$) located in the western Blacksea region of Turkey (Fig. 1). Fifty percent of the forests in Kastamonu is made up of coniferous trees (such as larch, scots pine, Trojan fir, calabrian pine), 28 % broad-leaved trees (beech, oak, sweet chestnut, alder, aspen, hornbeam, etc.), and 22 % mixed stands (OGM, 2006). Although the industrial wood harvesting in Kastamonu varies between years, the annual average production is approximately 1 Million m³. In the areas where the study was carried out, the annual production average is 2,500 m³ in coniferous forests and 500 m³ in broad-leaved forests. The mechanization level of the study area in harvesting activities is motor-manual level. Chainsaws are used in tree felling and limbing, and tractors or manpower is used in skidding. The harvesting method is cut to length.

Scots pine and Trojan fir stands were selected in Handüzü Forest Sub-district Directorate forests. Harvesting activities in this area were completed previous year. Trojan fir stands were selected on northeast facing slope with an altitude of 1,630 m, and Scots pine stands on north facing slope with an altitude of 1,530 m. The Trojan fir trees were 120–130 years old and 30–32 m tall, and the Scots pine trees were 100–110 years old and 18–21 m tall on average. The annual average temperature was 9.8°C, the average high temperature was 16.2°C, the highest temperature was 38.9°C, the lowest temperature was –26.9°C, the average rainfall was 449.7 mm and the average relative humidity was 70 % (Climate Data collected from 1975–2011).

The study area for sweet chestnut was selected among sections that were within the boundaries of Gemiciler Forest Sub-district Directorate and the harvesting activities on these sections were completed a year ago as well. The area faced north and had an altitude of 300 m. The trees in the sweet chestnut stand were 160–170 years old and 22–29 m tall on average. Examining the climate values, the annual average temperature was 13°C, the highest temperature was 26.5°C, the lowest average temperature was 2.3°C, the average rainfall was 1027.7 mm and the average relative humidity was 75.4%. The climate values of the study areas were determined by interpolating the data of the nearest Kastamonu Central Meteorological Station (791 m, facing north) to altitudes of 1,530 m, 1,620 m and 300 m.

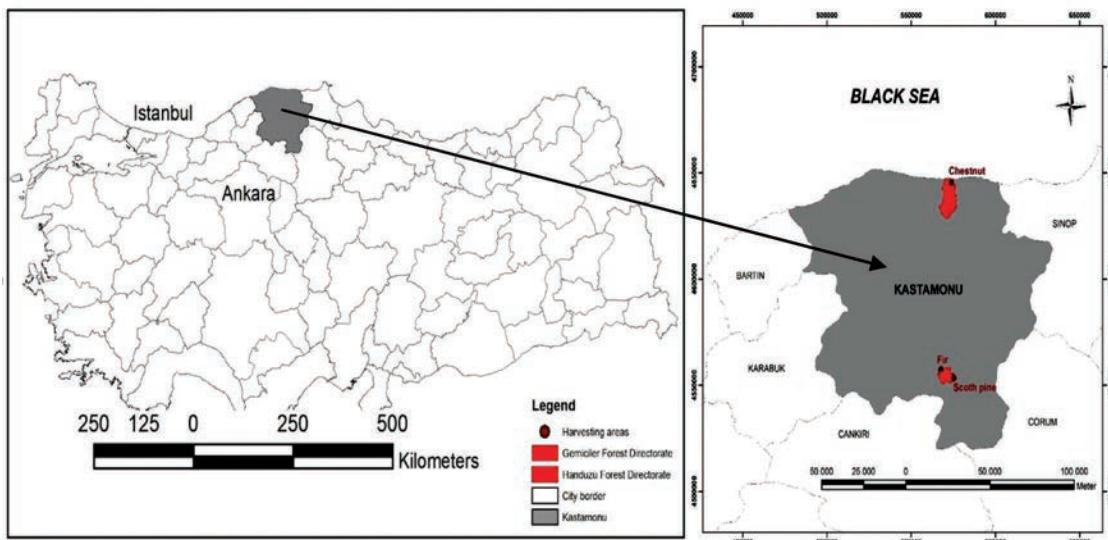


Figure 1. Locations of Scots pine, Trojan fir, and Sweet chestnut harvesting sites
Slika 1. Mjesta eksploracije škotskog bora, trojanske jele i pitomog kestena

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE RADA

Trojan fir and scots pine needles and sweet chestnut leaves that fell on the ground in the study areas where the harvesting activities were completed a year ago were manually collected in October-November 2010, put into nylon bags, labeled and brought to the laboratory. Cleaned and air-dried samples were then put into decomposition bags with a mesh width of 1 mm and a size of 20x20 cm. In order to determine the amount of moisture in the air-dried samples before taking them to the decomposition areas, a batch from each sample was weighed on a precision digital scale and oven-dried at 85 °C for 24 hours and the amount of moisture in the samples was calculated using the weight difference between air-dried samples and oven-dried samples.

In order to determine the effects of three different environments formed on stands as a result of harvesting activities (SR, LR, SMS) on litter decomposition, the decomposition bags were placed on these areas and on control areas, where no harvesting activity was performed. The number of decomposition bags placed on areas to carry out the experiment, which was planned to take eighteen months, was 360 in total for scots pine and trojan fir [2 species (scots pine and trojan fir) x 4 factors (C, SR, LR and SMS) x 3 sampling times (6th 12th and 18th months) x 3 study areas x 5 repetitions = 360]. Since the sweet chestnut harvesting area was rather small, the study was carried out on a single area and a total of 60 decomposition bags were prepared for sweet chestnut samples [4 factors X 3 sampling times X 5 repetitions = 60].

After determining the wet weights of the decomposition bags, and the needles and leaves air-dried samples in the

laboratory and then oven-dried at 85°C for 24 hours (Sariyildiz et al., 2008; Sariyildiz et al., 2004; Sariyildiz, 2003). The amount of moisture in the needles and leaves was calculated using the difference between wet weights and oven-dried weights. Then the mass loss compared the initial weight was found. The decomposition constant (k) was calculated based on the $W_t = W_0 e^{-kt}$ formula, which was used in Olson's (1963) decomposition model and is still widely used today. Here, $W_t = t$ refers to the remaining mass at time t and W_0 refers to the initial mass. The time required for 50% mass loss was calculated based on the $T_{50} = 1/k$ formula and the time required for 95% mass loss was calculated based on $T_{95} = 3/k$ formula, which were also used by Olson.

STATISTICAL ANALYSIS

STATISTIČKA ANALIZA

One-way analysis of variance was used in order to determine the effects of harvesting activities on the decomposition progress for each species using the SPSS program (Version 20 for Windows). To be able to use the analysis of variance, the data must have the minimum interval scale and show normal distribution. The fact that the obtained data was quantitative meets the first assumption. One sample Kolmogorov-Smirnov (K-S) test was performed to determine whether the data conformed to normal distribution and it was found that it showed a normal distribution at $\alpha = 0.05$ level of significance ($p > 0.05$). Tukey's honestly significant difference (HSD) test, which is one of the multiple comparison tests, was used in order to demonstrate the differences resulting from harvesting activities ($p < 0.05$).

RESULTS REZULTATI

Table 1 shows the remaining mass values of scots pine, Trojan fir, and sweet chestnut that belong to litter decomposition rating after forest harvesting activities that are composed on the remaining stand in varied micro ecologic areas (C, SR, LR and SMS). All ANOWA's were significant at $P<0.05$. Tukey's method of multiple pairwise comparison at $\alpha = 0.05$ was used to determine significantly means. Means with the same letter are not significantly different by columns.

At 6th month, it was seen that the difference between decomposition rates of SR and LR needles which were found in scots pine harvesting area were not statistically significant compared with the needles in C($p>0.05$). Likewise, the difference between the decomposition rates in SR and SMS and the rates of C was not statistically significant ($p>0.05$). However, the difference between the decomposition rates of LR and SMS was statistically significant ($p<0.05$) (Fig. 2). The maximum decomposition rate was in LR (33 %) and the minimum decomposition rate was in SMS (29.4 %) (Table 1). This situation showed that the decomposition was happening slower in the sloppy parts where the top soil was removed than the other parts. Local heat was increasing in the micro ecologic areas in LR and so this increases soil creatures' activities. This situation made the decomposition increase. However, when it's looked upon the harvesting areas of Trojan fir, and sweet chestnut, the statistical differences between the decomposition rates of needles and leaves in C, SR, LR, and SMS was not found statistically si-

Table 1. The remaining mass values of scots pine, trojan fir, and sweet chestnut (C-Control, SR-Skidding road, LR-Logging residue, SMS-Scalped mineral soil)

Tablica 1. Preostala masena vrijednost škotskog bora, trojanske jele i pitomog kestena (C-kontrola, SR-traktorski put, LR-drvni ostatak, SMS-ogoljelo mineralno tlo)

Species Vrste	Treatment Obrada	6. month (%) 6. mjesec (%)	12. month (%) 12. mjesec (%)	18. month (%) 18. mjesec (%)
Scots pine <i>Škotski bor</i>	C	68,3 ^{ab} ±2,73	55,6 ^b ±1,56	46,5 ^a ±5,03
	SR	68,3 ^{ab} ±4,13	58,5 ^b ±4,94	50,4 ^a ±6,79
	LR	67,0 ^a ±3,80	51,0 ^a ±4,18	43,2 ^a ±5,31
	SMS	70,6 ^b ±2,87	64,4 ^c ±3,71	49,1 ^a ±11,4
Trojan fir <i>Trojanska jela</i>	C	69,5 ^a ±3,23	59,7 ^a ±4,15	53,1 ^a ±5,31
	SR	70,2 ^a ±3,35	61,2 ^a ±2,13	51,9 ^a ±6,74
	LR	70,9 ^a ±2,87	59,6 ^a ±2,33	51,8 ^a ±5,78
	SMS	70,2 ^a ±1,75	62,3 ^a ±3,44	56,0 ^a ±4,61
Sweet chestnut <i>Pitomi kesten</i>	C	64,1 ^a ±4,01	47,9 ^a ±3,29	39,6 ^a ±3,44
	SR	61,4 ^a ±2,81	56,0 ^b ±6,24	46,1 ^{ab} ±6,24
Pitomi kesten	LR	65,7 ^a ±2,57	57,9 ^b ±3,87	50,6 ^{bc} ±3,67
	SMS	66,4 ^a ±4,40	62,0 ^b ±1,38	56,4 ^c ±0,83

gnificant ($P>0.05$) (Table 1). As there was no statistically significant difference, the maximum decomposition in Trojan fir needles was C (30.5 %) and the minimum decomposition was LR (29.1%). The maximum decomposition rate in sweet chestnut was SR (38.6 %) and the minimum decomposition rate was SMS (33.6 %) micro ecologic area (Fig. 2).

At 12th months, the difference between C and SR decomposition rates in scots pine harvesting area was not statistically significant ($p>0.05$). As well as this, the differences between decomposition rates of LR, SMS and C and SR are statistically significant ($P<0.05$). However, the difference of decomposition rates of needles that occupy in the remaining stand of Trojan fir harvesting area in varied micro ecologic areas were not statically significant from one another and C ($P>0.05$). There was no statistical difference ($P>0.05$) among the decomposition rates of SR, LR and SMS in micro ecologic areas in the remaining stand of harvesting area in sweet chestnut section. Decomposition rates between C and the other micro ecological areas did differ significantly ($P<0.05$). However, as there was no statistically significant difference, the maximum decomposition rate of Trojan fir needles was LR (40.4%) and the minimum decomposition rate was SMS (37.7%) (Fig. 3, Table 1).

At 18th month, the decomposition rates between the scots pine and Trojan fir harvesting areas in the varied micro ecological areas were not statistically significant. This was the same with the control groups. However, the maximum de-

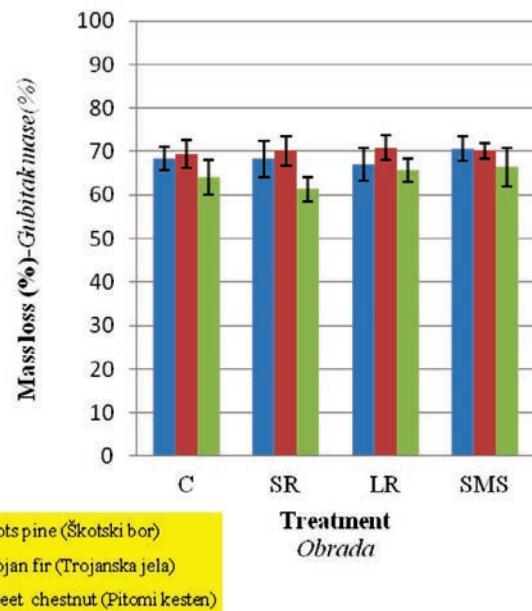


Figure 2. Decomposition progress (%) in the remaining stand after six months later at the end of harvesting activities for various species in C (Control), SR (Skidding road), LR (Logging residue) and SMS (Scalped mineral soil areas)

Slika 2. Napredak procesa raspadanja (%) u sastojinama nakon šest mjeseci na kraju aktivnosti eksploatacije za različite vrste u područjima C (kontrola), SR (traktorski put), LR (drvni ostatak) i SMS(ogoljelo mineralno tlo)

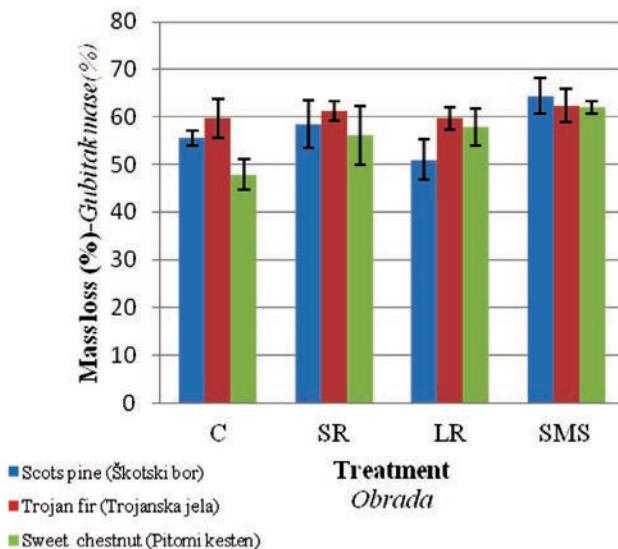


Figure 3. Decomposition progress (%) in the remaining stand after 12 months at the end of harvesting activities for various species in C (Control), SR (Skidding road), LR (Logging residue) and SMS (Scalped mineral soil areas)

Slika 3. Napredak procesa raspadanja (%) u sastojinama nakon 12 mjeseci na kraju aktivnosti eksploracije za različite vrste u područjima C (kontrola), SR (traktorski put), LR (drvni ostatak) i SMS(ogoljelo mineralno tlo)

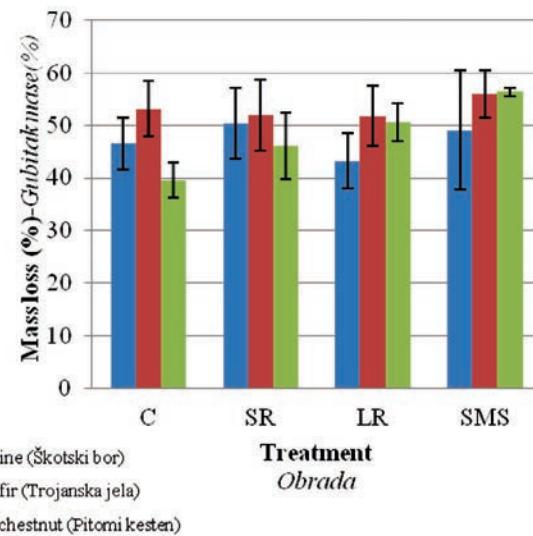


Figure 4. Decomposition progress (%) in the remaining stand after 18 months at the end of harvesting activities for various species in C (Control), SR (Skidding road), LR (Logging residue) and SMS (Scalped mineral soil areas)

Slika 4. Napredak procesa raspadanja (%) u sastojinama nakon 18 mjeseci na kraju aktivnosti eksploracije za različite vrste u područjima C (kontrola), SR (traktorski put), LR (drvni ostatak) i SMS(ogoljelo mineralno tlo)

composition rate of needles in scots pines was LR (56.8 %) and the minimum decomposition rate was SR (49.6 %). Maximum decomposition rate of Trojan fir needles was LR (48.2 %) and the minimum decomposition rate was found in SMS (44 %). On the other hand, in the sweet chestnut harvesting area, the difference between LR, SMS and C was statistically significant ($P<0.05$). The decomposition rate between SR and SMS was also statistically significant ($P<0.05$). At the end of the decomposition progress, the maximum decomposition rate for the scots pine needles was found on LR followed by C, SMS, SR, and $LR = SR > C > SMS$ for the Trojan fir needles; and; $C > SR > LR > SMS$ for the sweet chestnut leaves (Fig. 4, Table 1).

Table 2 showed that forest harvesting activities effected litter decomposition in great extent in varied micro ecologic areas that was appearing in remaining stand. The average time (year) for mass to lessen of its 50 % and 95 % was 2.33 and 7.00 for scots pines needles in the C micro ecological area. However, in SR (2.59 and 2.78) and in SMS the time was increased (2.40 and 7.20). The time was decreased in the areas where LR appeared (2.12 and 6.37). Likewise, when the Trojan fir needles are compared with the C as it is in scots pines needles; it is seen that the decomposition time was increased on the SMS micro ecological area. However, the time was decreased in the micro ecological areas where LR appeared (Table 2). Different from the scots pine needles, in the Trojan fir needles that are put on the SR the decomposition time was lessened. For the species of sweet chestnut; the harvesting activities decreased decomposition rates of the leaves of the

species in great extent and it caused the average time that was needed for its mass to minimize by 95% in C micro ecological area (year), to increase from 5.82 to 6.90 in SR, and in the micro ecological areas where there was LR to 7.89 and on the SMS to 9.41 (Table 2).

Table 2. Litter decomposition constancy of scots pine, trojan fir, and sweet chestnut (k) which decompose in various parts of harvesting area and the estimated time (year) that is needed the decomposed material to lose its 50% and 95% of being

Tablica 2. Konstanta raspadanja listinča škotskog bora, trojanske jele i pitomog kestena (k) koji se raspadaju u različitim dijelovima područja eksploracije te procijenjeno vrijeme (godina) koje je potrebno da materijal koji se raspada izgubi 50 % i 95 % mase

Species Vrste	Treatment Obrada	$k \pm sd$	T_{50} (year)	T_{95} (year)
Scots pine <i>Škotski bor</i>	C	$0,4285 \pm 0,066$	2,33	7,00
	SR	$0,3858 \pm 0,076$	2,59	7,78
	LR	$0,4710 \pm 0,070$	2,12	6,37
	SMS	$0,4164 \pm 0,185$	2,40	7,20
Trojan fir <i>Trojanska jela</i>	C	$0,3505 \pm 0,059$	2,85	8,56
	SR	$0,3683 \pm 0,075$	2,71	8,14
	LR	$0,3683 \pm 0,064$	2,72	8,15
	SMS	$0,3237 \pm 0,045$	3,09	9,27
Sweet chestnut <i>Pitomi kesten</i>	C	$0,5158 \pm 0,048$	1,94	5,82
	SR	$0,4347 \pm 0,078$	2,30	6,90
	LR	$0,3802 \pm 0,039$	2,63	7,89
	SMS	$0,3187 \pm 0,008$	3,14	9,41

DISCUSSION RASPRAVA

According to the study results, forest harvesting activities (C, SR, LR and SMS) affect litter decomposition in various micro ecologic areas that occur in the remaining stand in great extent. As well as this, it is seen that the effect of forest harvesting activities on the litter decomposition is not in the same direction for every species.

Decomposition rates did not significantly change for the Trojan fir and sweet chesnut at 6th month. Only for the scots pines species, decomposition rates between SMS and LR micro ecological areas did differ significantly. The decomposition rate was much more in LR as the local heat was increased in LR and so it increased the soil microorganisms' activities. However, the decomposition in SMS was detected to be happening rather slowly than the other micro ecological areas as the top surface of the soil was eroded.

At 12th month, there were statistically differences in the decomposition rates of scots pines and sweet chestnut species occurred in the remaining stand on micro ecologic areas. However, at the end of the 18th month, only in the species of sweet chestnut, there was a statistical difference on the areas under the SMS and LR. It is thought that these differences were caused by the microorganisms in the soil. Decomposition rates in LR and C were higher than in SR and SMS due to probable high temperature that affect the number and activities of microorganisms.

In general, at the 18th month, the decomposition rates of scots pines and Trojan fir needles were close to each other. On the other hand, the leaves of sweet chestnut were decomposed faster than the other two species. It was found that there were differences on the decomposition rates of needles and leaves in micro ecologic area that occurred at the end of harvesting activities. Also, there was no significant difference between the decomposition rates of sweet chestnut in the C and in SR. Moreover, there was no significant difference between the LR and SMS.

The effects of chemical differences in leaves of various species on the decomposition rate in various geographical and climate conditions are defined (Swift et al., 1979; Berg and Ekbohm, 1983; McClaugherty and Berg, 1987; Taylor et al., 1989; Sariyildiz, 2002; Sariyildiz et al., 2004; Sariyildiz et al., 2008). In this study, the field experiments for each tree species were carried out under the same climatic and geographic conditions.

The decomposition rates showed different speed order among the species. Bird and Chatarpaul (1988) found that the decomposition rate was ordered from ascending to descending as; complete tree method > uncut area > random harvesting. Decomposition of leaves in litter bags was significantly greater ($P<0.05$) on harvested plots than on the uncut plot (U), and was greater on the whole tree harvest

plot (W) than on the conventionally harvested plot (C). In the same study, maple tree k values were ordered according to the harvesting images after 2 years later: the order was shown as ascending to descending from whole tree harvest, conventional harvest and uncut forest. However, in this study, the decomposition rates at 18th was given as; for the scots pines needles the decomposition order: LR > C > SMS > SR from ascending to descending; for the Trojan fir needles order was LR=SR>C>SMS. Also for the sweet chestnut leaves the order was given as: C > SR > LR > SMS.

Since the chemical composition of the fir and pine needles was constant, differences in k rates likely resulted from changes in microclimate or soil organisms (Kranabetter, J. M. and Chapman, B. K. 1999). In the study that is done by Cakiroglu (2011) it was found that decomposition rate constant (k) was 0.254 for the Trojan fir. The needed time for the needles to decompose by 95 % was 11.8 years for the Trojan fir. The mass loss in Trojan fir needles was defined as 36.1 %. This study also has similar results with the study that was done by Cakiroglu (2011) (Table 2).

Sariyildiz and Kucuk (2008) found that k values for the north slope groups, the time which was needed for the decomposition of top, hill and slope of north slopes by 95 % is 8.1, 7.6 and 7.1 (year), respectively. These values for the scots pines were found as 7.8, 6.9 and 6.4 (year). The same values in south slopes showed that decomposition by 95 % for the Trojan fir was 9.6, 9.0 and 7.6 year and for the scots pines the time that was needed for the decomposition was found as 8.3, 8.0 and 7.4 years. In this study, similar findings exist. Moreover, year differences were seen in various harvesting activities areas, such as minimum year was 7.2 and the maximum year was 5.3 in scots pines. Also, in Trojan fir the minimum year difference was 0.7 year and the maximum year was 5.9 years. In the sweet chestnut it was 0.3 year in minimum values and 9.6 years for the maximum values (Table 2). Sariyildiz (2002) pointed out that the changes that can occur in the soil conditions in time would affect the chemical structure of the leaves and by this way; it would also affect their decomposition rates. This situation clearly showed that in our study, forestry harvesting activities changed the top soil surface structure and this change would have had a bare effect on the decomposition.

Consequently, the wood harvesting activities in the forest, which forms the whole of the ecosystem, can be defined as the human intervention. This is a must for the supply of the endless human needs. In this study, it was examined that the differences occurred on the needle and leaves decomposition rates in micro ecologic areas where human intervention is especially seen on the forests. Accordingly, it was found that harvesting activities affect litter decomposition in micro ecologic areas in remaining stand in great extent. To present this effect more clearly, studies should be done which would detect both chemicals in the leaves and the soil minerals.

REFERENCES LITERATURA

- Aerts, R., 1997: Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship, *Oikos* 79: 439–449.
- Berg, B., G. Ekbohm, 1983: Nitrogen immobilisation in decomposing needle litter at variable carbon: nitrogen ratios, *Ecology* 64: 63–67.
- Bird, G.A, L. Chatarpaul, 1988: Effect of forest harvest on decomposition and colonization of maple leaf litter by soil microarthropods, *Canadian Journal of Soil Science* 68: 29–40.
- Çakiroğlu, K., 2011: Bartın ili Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerindeki ölü örtü ayrışması ve yıllık yaprak dökülmüşinin araştırılması, (Master's Thesis) Bartın University Institute of Natural Sciences Forest Engineering Department Head of Forest Engineering, Bartın, 100 p.
- Girisha, G.K., L.M. Condron, P.W. Clinton, M.R. Davis, 2003: Decomposition and nutrient dynamics of green and freshly fallen radiata pine (*Pinus radiata*) needles, *Forest Ecology and Management* 179: 169–181.
- Heal, O.W., J.M. Anderson, M.J. Swift, 1997: Plant litter quality and decomposition: An historical overview, *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*, ed.G.Cadisch, K E Giller, CAB International Wallingford, UK, pp. 3–45.
- Indermühle, A., E. Monnin, B. Stauffer, T.F. Stocker, M. Wahlen, 2000: Atmospheric CO₂ concentration from 60 to 20 kyr BP from the Taylor Dome ice core, Antarctica, *Geophysical Research Letters* 27/5: 735–738.
- Jordon, D.F., J.R. Ponder, V.C. Hubbard, 2003: Effects of soil compaction, forest leaf litter and nitrogen fertilizer on two oak species and microbial activity, *Applied Soil Ecology* 23:33–41.
- Kranabetter, J.M., B.K. Chapman, 1999: Effects of forest soil compaction and organic matter removal on leaf litter decomposition in central British Columbia, *Canadian Journal of Soil Science* 79: 543–550.
- Liski, J., A. Nissinen, M. Erhard, O. Taskinen, 2003: Climatic effects on litter decomposition from artic tundra to tropical rainforest, *Global Change Biology* 9:575–84.
- McClaugherty, C., B. Berg, 1987: Cellulose, lignin and nitrogen concentrations as rate regulating factors in late stages of forest litter decomposition, *Pedobiologia* 30: 101–112.
- Olson, J.S., 1963: Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems, *Ecology* 14: 322–331.
- OGM 2006: Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara
- Prescott, C.E., 1997: Effects of clearcutting and alternative sylvicultural systems on rates of decomposition and nitrogen mineralization in a coastal montane coniferous forest, *Forest Ecology and Management* 95: 253–260.
- Sarıyıldız, T., J.M. Anderson, 2005: Variation in the chemical composition of green leaves and leaf litters from three deciduous tree species growing on different soil types, *Forest Ecology and Management* 210 (1–3): 303–319
- Sarıyıldız, T., M. Küçük, 2008: Litter Mass Loss Rates in Deciduous and Coniferous Trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with Litter Quality, Microclimate, and Soil Characteristics, *Turkish journal of Agriculture and Forestry* 32: 547–559.
- Sarıyıldız, T., E. Akkuza, M. Küçük, A. Duman, Y. Aksu, 2008: Effects of *Ips typographus* (L.) damage on litter quality and decomposition rates of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.] in Hatila Valley National Park, Turkey, *European Journal of Forest Research* 127:429–440. DOI 10.1007/s10342-008-0226-6.
- Sarıyıldız, T., S. Varan, A. Duman, 2008: Ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve yetişme ortamı özelliklerinin etkisi: Artvin ve Ankara yöresine ait örnek bir çalışma, *KÜ Orman Fakültesi Dergisi* 8 (2):109–119.
- Sarıyıldız, T., A. Tüfekçioğlu, M. Küçük, 2004: Effect of aspect and slope position on decomposition of *Picea orientalis* needle litter grown in Artvin Region, *International Soil Congress (ISC)* on Natural Resource Management for Sustainable Developments, proceedings, pp.45–53, Erzurum, Turkey.
- Sarıyıldız, T., 2003: Litter decomposition of *Piceaorientalis*, *Pinnusylvestris* and *Castaneasativa* trees grown in Artvin in relation to their initial litter quality variables, *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 27: 237–243.
- Sarıyıldız, T., 2002: Ölü örtünün ayrışmasının önemi ve ölü örtü ayrışmasında ölü örtü bileşenlerinin etkisi konusunda yapılan çalışmalar genel bir bakış, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 2: 807–819. Artvin, Turkey
- Startsev, N.A., D.H. McNabb, A.D. Startsev, 1997: Soil biological activity in recent clearcuts in west-central Alberta, *Canadian Journal of Soil Science* 78: 69–76. Canadian
- Swift, M.J., O.W. Heal, J.M. Anderson, 1979: Decomposition in terrestrial ecosystems, Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Taylor, B.R., D. Parkinson, W.F.J. Parsons, 1989: Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: A microcosm test, *Ecology* 70: 97–104.

Sažetak

Cilj istraživanja je ispitati moguće učinke pridobivanja drva na raspadanje ostataka u mikroekološkim područjima koja pripadaju trima različitim vrstama drveća (trojanska jela (*Abies nordmanniana* subsp. *Equitorjani* (Aschers & Sint. ex. Boiss) Coode & Cullen), bijeli bor (*Pinus sylvestris* L.) te pitomi kesten (*Castanea sativa* Miller)). U tu svrhu provedeni su eksperimenti njihova raspadanja ostataka nakon radova sječe i izrade. Uzorci ostataka za razgradnju stavljeni su u vlastite sastojine gdje su prethodnih godina obavljeni radovi pridobivanja drva, te u susjednim sastojinama gdje tih radova nije bilo (kontrola). Izabrana mikroekološka područja bila su područja bez aktivnosti pridobivanja drva (kontrolna) (C), unutaršumski traktorski putovi (traktorski put) (SR), šumski ostaci (Šumski ostaci) (LR) i područja s nagibom od 20 % i gornjim slojem tla oštećenim tijekom aktivnosti pridobivanja drva, te mineralno tlo s erodiranim tijemnom (SMS). Proces razgradnje pratio se 18 mjeseci. Vrijednosti promjene mase mijerile su se svakih šest mjeseci. Izračunate su njihove vrijednosti gubitka mase uzrokovane razgradnjom. Nakon osamnaest mjeseci, uočeno je da su učinci

unutaršumskih aktivnosti na raspadanje ostataka pokazali razlike između mikroekoloških područja. Prema dobivenim rezultatima, aktivnosti pridobivanja drva (C, SR, LR te SMS) utječu na raspadanje ostataka u različitim mikroekološkim područjima koja se javljaju u preostalim sastojinama u velikoj mjeri. Uz to, uočeno je da učinak aktivnosti pridobivanja drva na raspadanje ostataka nije jednak za svaku vrstu. Ovo istraživanje ukazuje kako je na mikroekološkim područjima redoslijed raspadanja u uzlaznom trendu bilo $LR > C > SMS > SR$ za iglice bijelog bora, $LR = SR > C > SMS$ za iglice trojanske jele, te $C > SR > LR > SMS$ za lišće pitomog kestena. Zaključeno je da su aktivnosti pridobivanja drva znatno utjecale na stupanj raspadanja ostataka.

KLJUČNE RIJEČI: gubitak mase, sječa, traktorski put, erodiranje tjemena, šumski ostatak

ESTIMATING ABOVE-GROUND CARBON BIOMASS USING SATELLITE IMAGE REFLECTION VALUES: A CASE STUDY IN CAMYAZI FOREST DIRECTORATE, TURKEY

PROCJENA NADZEMNE BIOMASE UGLJIKA KORIŠTENJEM VRIJEDNOSTI REFLEKSIJE SATELITSKIH SNIMAKA: STUDIJA SLUČAJA U DIREKCIJI ŠUMA, CAMYAZI, TURSKA

Burak ARICAK¹, Alper BULUT¹, Arif Oğuz ALTUNEL¹, Oytun Emre SAKICI¹

Summary

Forest ecosystems which contain half of the terrestrial carbon deposits; play a significant role in shaping the global climate. Two different methods are used to determine the above-ground carbon stock capacity of forestlands. Direct measurement method takes a long time and requires both extensive as well as expensive field and laboratory work. One of the more indirect methods, satellite imaging on the other hand, costs less, is easier and practical compared to direct methods. It is also easier to integrate into geographic information systems (GIS). This paper provides a regression equation between the reflection values from RapidEye high resolution satellite image and sample areas where terrestrial aboveground biomass (AGB) carbon stock capacity was calculated by direct measurement method. As a result of the calculations made, using the RapidEye imagery and a "Band 4" devised equation producing $R^2=0.71$ depending upon the data from Erzurum Camyazi Forest Directorate encompassing 9,917 ha study area, the amount of carbon stored within stands was found 285 208 tons. From this value, we can conclude that average carbon stock of the study area is 28.8 tons/ha.

KEY WORDS: aboveground biomass, carbon sequestration, remote sensing, RapidEye

INTRODUCTION

UVOD

Today, almost all of the climate scientists accept that Earth's climate is deteriorating. The destruction of forests and wetlands is a primary contributor to global climate change. The increase in greenhouse gas concentrations and particles in the atmosphere will result in the destruction of the natural environment, depletion of the ozone layer and lead to an increase in global temperature (Ozturk

2002). Temperature rise on a global scale and climate change have caused increasing concern, urging the international parties to start negotiations to devise a solution. At the UN World Summit in Rio de Janeiro in 1992, Framework Convention on Climate Change was opened for signature to reduce greenhouse gas emissions. It entered into effect in 1994 and was signed by 192 states. Also, the Kyoto Protocol signed in 1997 as a part of the "United Nations Framework Convention on Climate Change" is the only international protocol on global warming and climate

* Assist. Prof. Dr. Burak ARICAK, Corresponding author: baricak@kastamonu.edu.tr; Alper BULUT, abulut@kastamonu.edu.tr; Assist. Prof. Dr. Arif Oğuz ALTUNEL, aoaltunel@kastamonu.edu.tr; Assist. Prof. Dr. Oytun Emre SAKICI, oesakici@kastamonu.edu.tr, Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37150, Kastamonu, Turkey.

change, designed to reduce the gases emissions that cause the greenhouse effect.

The amount of biomass held and carbon stored in forest ecosystems plays important roles in global carbon cycle. They are considered as one of the most significant carbon sinks to reduce global warming. Carbon sequestration by terrestrial ecosystems is important in the global carbon balance for limiting the concentration of CO₂ in the atmosphere (Muukkonen, 2006). There are three main deposits of carbon in the world. These deposits are the atmosphere, terrestrial and oceanic ecosystems. Each year, forest ecosystems take 100 gigatons of CO₂ from the atmosphere and give half of it back to the atmosphere. On the contrary, earth's oceans receive 104 gigatons of CO₂ from the atmosphere and give 100 gigatons back. These facts reveal the importance of forests and forest ecosystems in terms of carbon stock (OGM 2014). Forest trees have the maximum amount of leaves compared to other plant species; they produce more CO₂ than pastures and agricultural plant communities (Asan, 1999). Total biomass includes both aboveground biomass (AGB; e.g. trees, shrubs, and vines) and belowground biomass (e.g. living roots, dead fine and coarse litter associated with the soil) (Lu et al. 2014). Forest ecosystem stores about 80% of all above-ground and 40% of all below-ground terrestrial organic carbon (IPCC, 2001).

Forests are the largest terrestrial carbon deposits. This fact alone reveals the necessity of learning how much carbon forests store. Many biomass estimation studies conducted are focused on above-ground forest biomass (De Gier et al., 2012; Riegel et al., 2013; Langner et al., 2012; Gulsunar, 2011) because it accounts for the majority of the total accumulated biomass in the forest ecosystem. Usually, as in the other tree components, regional and national biomass and carbon stock values related to above-ground biomass are calculated with the help of allometric biomass expansion factor (BEF) that are developed with the help of forest inventory data that is based on sample fields (Brown, 2002; Goodale et al., 2002). In conventional techniques on basis of statistical assessment (i.e., tree species, vertical structure, stand height and stand density), the forest AGB information comes from expensive and time consuming field surveys due to the high sampling intensity. As alternative, multi-parameter remote sensing techniques have been applied, in which remotely sensed data are used as proxy for quantitative forest AGB at various scales. (Tian et al. 2012). The study conducted by Yang et al. (2008), deal with the carbon stock capacity and the changes in carbon stock capacity of Pearl River Delta in China, between 1989 and 2003. It was concluded that there was a 16.76% increase in regional carbon stock and that 80% of this increment was stored in the stands. Gough, et al. (2008) conducted a study about how multiyear observations of forest carbon fluxes provide critical insight into the constraints on annual car-

bon stock rates. They examined how climate, disturbance, and forest succession simultaneously influence annual forest carbon stock. They also described how foresters and land managers can use knowledge gained from long-term ecosystem-scale studies to better manage forests for carbon sequestration. In addition to biomass factors, allometric biomass equations have been developed for a large number of tree species in different regions both geographically and ecologically (Peichl and Arain 2007). Also, carbon stock equations developed for some types of trees can be used without biomass equalities and are preferred because this increases the accuracy of the stock capacity estimations and are quick to implement.

Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) guide is frequently used for determining the amount of carbon in forest ecosystems (Penman et al. 2003). In the LULUCF guide, the annual carbon stock changes in the carbon pools that belong to the biomass of forest ecosystems are determined by using various equations and factors. Carbon flux measurements, remote sensing and modeling methods are used to determine the aboveground plant biomass. Remote sensing provides a practical and economical instrument to study vegetation cover and has been applied to map vegetation cover from local to global scales over the last three decades (Malatesta et al. 2013). Remote sensing methods are based on the relationship between forest stand parameters and their spectral properties. In this method, ground measurements are also needed to verify the remote sensed data (Ravindranath and Ostwald 2008). Remote sensing and geostatistical approaches have been used to map aboveground biomass by calibrating statistical models with field information (Goetz et al. 2009). A common approach has been the use of regression analyses of reflectance channels, and spectral and textural indices based on information from sampling sites. (Galeana-Pizaña et al. 2014). In one of the study (Sulistyawati et al. 2006), the statistical relationship between the amount of carbon determined with field measurements and spectral characteristics is used to develop a model that predicts the amount of carbon stored in workspace. In the study conducted by Chung et al. (2009), two different forest biomass estimation methods were used; (1) k-Nearest Neighbor (k-NN) method and (2) Biomass from Cluster Labeling Using Structure and Type (BioCLUST) method. Both of the biomass estimation methods using NFI data and satellite data are useful to provide total forest biomass information at large-scale as well as at small-scale. Even though the BioCLUST gives a more precise estimate, the method requires additional forest attributes and a more complex process than k-NN method.

The study conducted by Myeong et al. (2006), a change in carbon stock capacity of urban green spaces in 1985, 1992 and 1999 was recorded using the Landsat 7 satellite images. The study conducted by Tan et al. (2007), changes in carbon

stock capacity in the forested area of North-eastern China between 1982 and 1999 were identified by satellite. To do this, forest inventory and NOAA / AVHRR normalized difference vegetation index for three different periods 1984–1988, 1989–1993 and 1994–1998 was used. Different types of optical sensor data, such as Landsat, SPOT, ASTER, CBERS, QuickBird, MODIS, and AVHRR can be used for biomass estimation (Lu et al. 2014). Landsat TM7, TM4, SR, RVI, and SAVI were significantly and positively correlated with AGB in Savannakhet Province (Vicharnakorn et al. 2014; Dube and Mutanga 2015). The study conducted by Comez (2012) determined that there are significant differences in carbon stocks stored in among different stand types, tree mass, dead and live trees. Carbon stocks in trees, ground vegetation, and forest layers were significantly different between stand types due to forest growth and past silvicultural treatments. Annual carbon sequestration of standing trees was estimated between 0.520–3.076 tC/ha/year in relation to stand types. Bulut (2012) obtained a biomass equation by biomass measurements of Beech wood species. The resulting equation and the other equations in the literature are used to calculate the total biomass amount of the field and the related stored carbon content. This calculated value is used to estimate the carbon stock capacity of the whole area with controlled classification of three different satellite images (SPOT-5, Quickbird-2, Landsat). The highest accuracy was achieved by the Landsat image.

Although these are a number of recently published papers focusing on biomass estimation, carbon stock and the use of satellite imagery the abundant array of possibilities forced us to device this study, in which the above ground carbon stock capacity of sample plots were calculated, using RapidEye satellite imagery. To do this, above ground carbon stock capacity from 344 sample plots taken within Camyazi

Forest Directorate were calculated using “BEF and Carbon coefficient” from Turkey’s National Greenhouse Gas Inventory Report (NIR) for UNFCCC. In this report, BEF coefficient generated by “Asan 2006” for Turkish forests. The stand parameters such as diameter, height, etc. obtained from field survey were using in the equations for calculating the aboveground carbon stock capacity at sample areas. The purpose of this particular study is to formalize a regression equation between the above ground carbon stock capacity calculated through extensive field surveying of 344 sample point areas taken in Camyazi Forest Directorate, Turkey and the reflectance values corresponding to each sample point from RapidEye imagery.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

In this study area, located in Kars province, Turkey where there are dense stands of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), 9 917 ha of Camyazi Forest Directorate within the total acreage of 61 646 ha of Erzurum Regional Forest Directorate was selected as the study area (Figure 1).

1/25 000 scaled standard topographic maps of the study area, data acquired from field surveying done by a licensed forestry subcontractor, Buse Inc., to make a Forest Management Plan 2009 and a coinciding RapidEye satellite imagery dated 2009 were used. Figure 2 shows the land use in the study area map where the dominant tree species is Scotch pine.

Biomass estimation using remote sensing technology is a comprehensive procedure with many steps: field survey data collection, biomass calculation at plot level, remote sensing data selection, variable extraction, proper algorithm selection, and error evaluation.

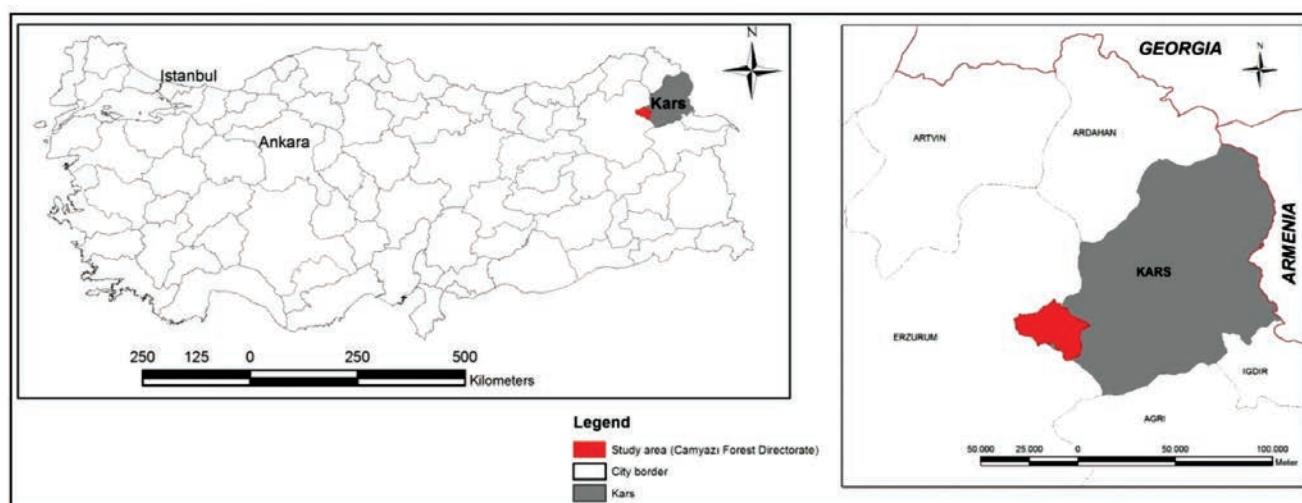


Figure 1. The location of the research area

Slika 1. Lokacija istraživačkog područja

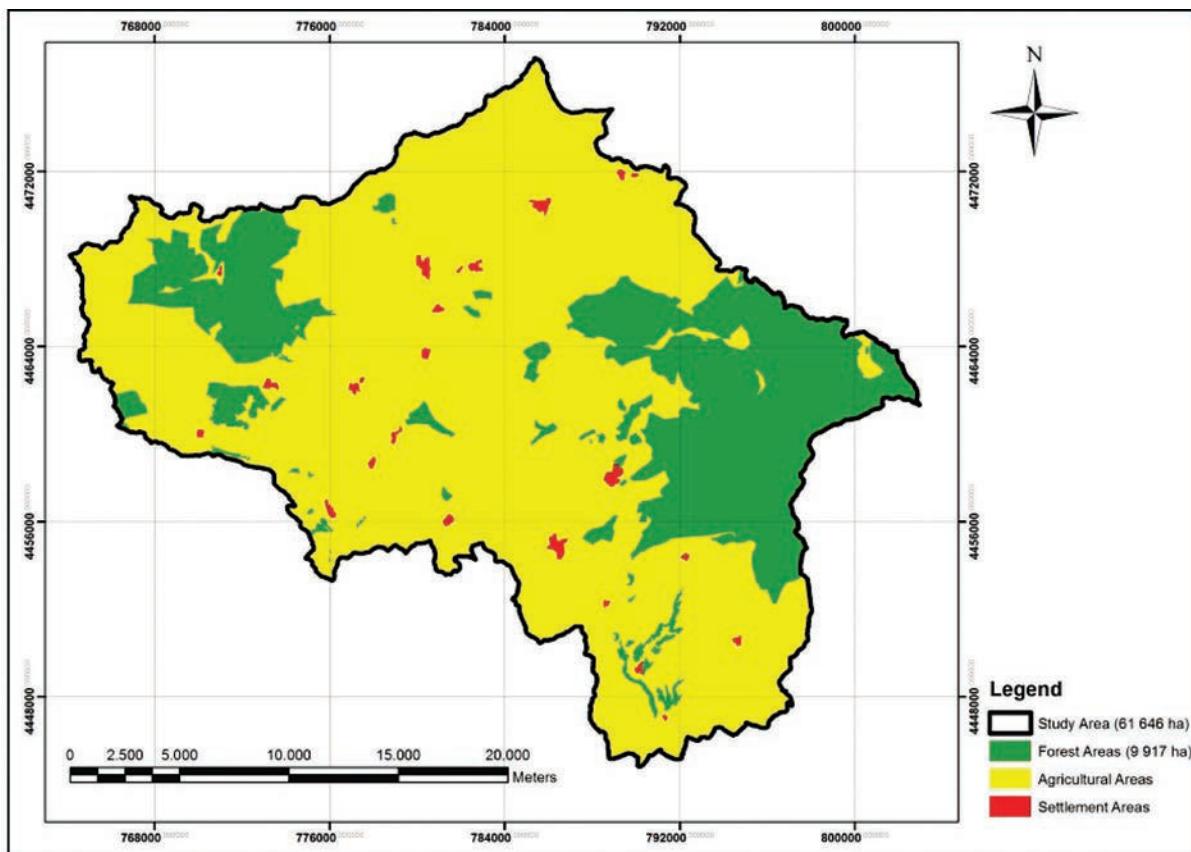


Figure 2. Study area land use map

Slika 2. Mapa korištenja zemljišta istraživanog područja

In the study area, 344 samples with different stand closures between 400 m^2 , 600 m^2 and 800 m^2 were chosen. Figure 3 shows the 344 sample plots chosen within the Camyazi Forest Directorate shown on the RapidEye satellite image.

Topographical maps, the stand maps and the RapidEye satellite image are located on the ArcGIS database. Carbon stock amounts of the 344 sample plots shown on Figure 3 were calculated using the field data. For all tree species in the sample plots, BEF1 coefficient from NIR Turkey for Turkey's forests generated by Asan (2006) was used. Volume measurements of the trees acquired with the measurements in the sample plot are multiplied by calculated coefficients for each tree species groups in Turkey's forests (0.640 for deciduous, 0.473 for coniferous) and then converted to oven dry weight. After that, it is multiplied with coefficients (1.22 in coniferous and 1.24 in deciduous) that is the conversion factor to convert biomass that corresponds to 1 m^3 of standing volume and converted to above ground biomass (AGB) weight. Carbon amount of the above-ground biomass (AGB) was calculated by multiplying the AGB value with the coefficient of 0.50.

$$\text{AGB (coniferous)} = \text{Standing volume} \times 0.473 \times 1.22$$

$$\text{AGB (deciduous)} = \text{Standing volume} \times 0.640 \times 1.24$$

Carbon Amount of Above-ground Biomass = $\text{AGB} \times 0.50$
 The carbon value for each sample plot is converted to tones/pixel size (25 m^2) depending on the reflectance value coming from " $5 \times 5 \text{ m}^2$ " RapidEye pixels.

Geometrical corrected RapidEye satellite image was first divided into bands so that the operations can be performed. Reflection values of the separate areas allocated for each band were calculated. To calculate the reflection values of the satellite image, pixel digital numbers had to be converted to radiance values. To this $L_\lambda = (\text{DN}_\lambda \cdot \text{gain}_\lambda) + \text{bias}_\lambda$ equation is used. Then each pixel's value to be converted to digital numbers radiance values were converted to reflection values using the below formula:

$$p_\lambda = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{E_{\text{sun}\lambda} \cdot \cos(\Theta)}$$

where "p" is reflection value of each pixel; " λ " represents image bands; "L" is radiance of each pixel; "d" is the distance between the Sun and Earth; "Esun" represents solar atmospheric radiance; " θ " is solar angle; "DN" is digital number of each pixel; gain represents the gain value of each band, and bias is the bias value of each band.

At this stage, necessary values have been derived from the metadata from the image. Three different image processing methods were used on the Satellite image.

1. Using the reflection values of each band separately (Band 1, Band 2 etc.)
2. Simple ratio (Band 4/3, Band 5/3, Band 5/3 and Band 5/1, etc.),
3. Normalized ratios are (NDVI) values.

Besides, RapidEye is one of the first commercial earth observation programme utilizing a specific band on board, targeting the changes in chlorophyll contend of plants, Red-Edge (Band4). Thus, other variables derived from Band 4 and its derivatives were produced and used in equations.

After the reflection values of all the pixels of the image were calculated with three different methods, the image was converted to vector data format. As a result of the conversion operation, a point layer, with 3 964 929 pixels and each pixel representing a field of $5m \times 5m$ had been created. 344 sample fields, with their terrestrial measurements complete, carbon stock capacity calculated and numerically stored in the GIS environment had been added as a separate data layer. Ranging from 400 to 800 m^2 in size, each sample area held at least 16 and up to 32 pixels. For each field, a single image was needed. So, the averages of reflection values of the pixels that fall within the boundaries of the sample area were used. Reflection value of each sample field was identified by overlaying these layers in the ArcGIS.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

Reflection values of the sample areas in the investigated area were calculated with the specified formula and many variables ($\text{Band}4^2$, $(\text{Band}4)^3$, $(1/\text{Band}4)^2$, $(\text{Band}1/\text{Band}2)$, $(\text{Band}3/\text{Band}4)$, NDVI, etc.) were obtained as a result of the image enhancement process.

The relationship between these independent variables and the amount of carbon stock of the 258 sample fields was determined using regression analysis (SPSS 13.5 software). For establishing the regression models, curve estimation approach including Linear, Logarithmic, Inverse, Quadratic, Compound, Power, S, Growth, Exponential were all tested. 86 control points were used for controlling the regression model result. Table 1 shows the most successful parameter estimates models.

The Carbon stock of sample pixels (tones/pixels) and scaled reflectance value of $(\text{Band}4)^2$ for the 258 plots is shown in Figure 4.

After the equation producing the highest R^2 was selected, this particular equation was first tested with the number of sample points reserved for control, 86 control points. Calculated values were compared to the ground measurements by employing pairwise sample t-test. Under $P > 0.05$ confidence level, no difference was noticeable between them so it was decided the equation was viable. Above ground forest biomass (AGB) from SPOT-5 data, using a non-parametric

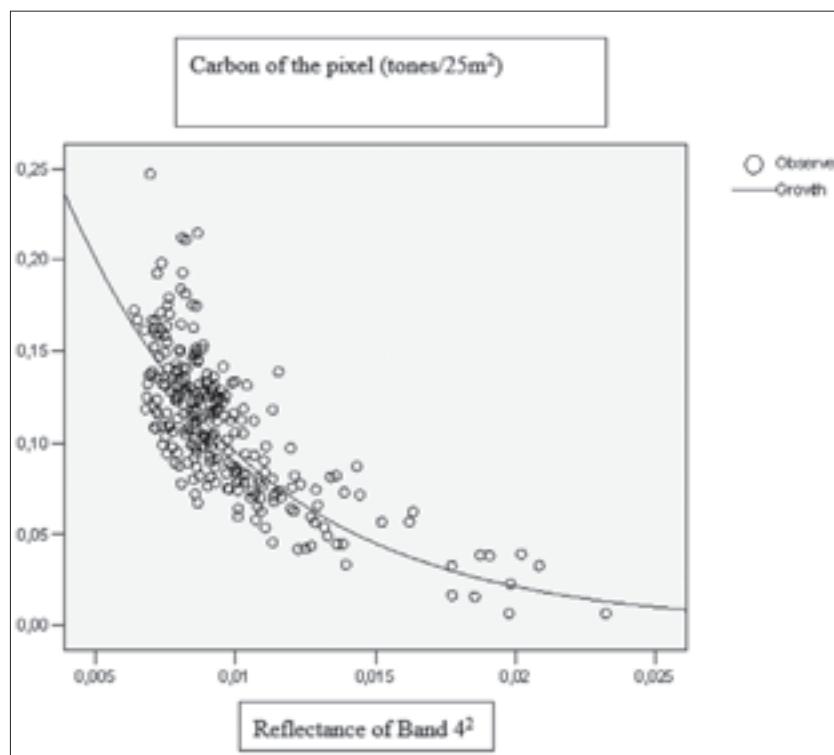


Figure 4. Carbon stock of sample pixels (tonnes/pixels) and scaled reflectance value of $(\text{Band}4)^2$ for 258 plots. The R^2 is 0.71. The growth line represents the final model for carbon stock and reflectance value of $(\text{Band}4)^2$

Slika 4. Pohrana ugljika uzoraka piksela (tona/piksela) te skalirana vrijednost refleksije (Pojas 4)² za 258 zemljjišnih čestica. R^2 je 0,71. Linija porasta predstavlja konačni model za pohranu ugljika i vrijednost refleksije (Pojas 4)²

Table 1 Most successful models of estimated parameters

Tablica 1. Najuspješniji model procijenjenih parametara

	Model Model	Equation Jednadžba	R²	b₀	b₁	b₂
Band1 <i>Pojas 1</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.434	5.249	-83.758	
Band2 <i>Pojas 2</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.620	2.274	-56.744	
Band3 <i>Pojas 3</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.491	-0.036	-37.421	
Band4 <i>Pojas 4</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.704	0.836	-32.222	
Band4² <i>Pojas 4²</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	*0.714	-0.864	-148.967	
Band4 ³ <i>Pojas 4³</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.713	-1.438	-886.361	
1/ Band4 ² 1/ <i>Pojas 4²</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	*0.714	-0.865	-148.967	
1/ Band4 ³ 1/ <i>Pojas 4³</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.713	-1.438	-886.361	
Band5 <i>Pojas 5</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.565	0.593	-14.863	
NDVI <i>NDVI</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.104	-0.484	2.314	-2.240
Band1/Band2 <i>Pojas 1/Pojas 2</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.630	6.254	-9.594	
Band1/Band3 <i>Pojas 1/Pojas 3</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.484	0.970	-4.902	
Band1/Band4 <i>Pojas 1/Pojas 4</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.676	1.968	-3.967	
Band1/Band5 <i>Pojas 1/Pojas 5</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.359	0.379	-1.245	
Band2/Band1 <i>Pojas 2/Pojas 1</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.629	6.240	-9.566	
Band2/Band3 <i>Pojas 2/Pojas 3</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.243	-1.192	-4.679	
Band2/Band4 <i>Pojas 2/Pojas 4</i>	S	$y = e^{(b_0 + \frac{b_1}{x})}$	0.553	4.692	-5.806	
Band2/Band5 <i>Pojas 2/Pojas 5</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.149	-0.696	3.552	-3.864
Band3/Band1 <i>Pojas 3/Pojas 1</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.482	0.955	-4.866	
Band3/Band2 <i>Pojas 3/Pojas 2</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.243	1.191	-4.666	
Band3/Band4 <i>Pojas 3/Pojas 4</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.154	-1.732	5.856	-4.639
Band3/Band5 <i>Pojas 3/Pojas 5</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.076	-0.080	1.202	-1.875
Band4/Band1 <i>Pojas 4/Pojas 1</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.672	1.942	-3.935	
Band4/Band2 <i>Pojas 4/Pojas 2</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.550	4.678	-5.787	
Band4/Band3 <i>Pojas 4/Pojas 3</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.169	-1.851	2.423	-0.746
Band4/Band5 <i>Pojas 4/Pojas 5</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.075	-0.292	1.729	-1.846
Band5/Band1 <i>Pojas 5/Pojas 1</i>	Growth / Rast	$y = e^{(b_0 + b_1 \cdot x)}$	0.354	0.334	-1.221	
Band5/Band2 <i>Pojas 5/Pojas 2</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.148	-0.484	0.528	-0.116
Band5/Band3 <i>Pojas 5/Pojas 3</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.162	-0.421	0.323	-0.049
Band5/Band4 <i>Pojas 5/Pojas 4</i>	Quadratic / Kvadratni	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	0.116	-1.220	1.308	-0.320

y: carbon stock capacity of pixel (*kapacitet piksela pohrane ugljika*)x: reflectance value (*vrijednost reflektiranja*)

method trained with field data for a remote forest in China area produced satisfactory results ($R = 0.69$, RMSE = 20.7 tons ha^{-1}) (Tian et al., 2012).

The resulting equation and reflection of pixels on the entire satellite image are used to calculate the values of the amount of carbon stock of each pixel and these values were collected and carbon stock capacity of the total working area was found. Thus, RapidEye satellite image calculated that the amount of carbon stored in the 9 917 ha study area that is mostly covered in Scotch pine and located in the 61 646 ha Camyazi Forest Directorate is 285 208 tons.

CONCLUSION RASPVRA

Forests are the largest carbon deposits and very important in this sense to the world. There is a linear relationship between the amount of woodland areas and the amount of carbon stored. Also in the context of the Kyoto Protocol, woodlands and the amount of carbon stored here is very important for the carbon exchanges in the coming years.

In the study, forestry plan inventory data and remote sensing techniques were utilized to determine the amount of carbon deposited in the stand within the boundaries of the Camyazi Forest Directorate. As a result of the calculations made, using the RapidEye imagery and a (Band 4)² devised equation producing $R^2=0.71$ depending upon the data from Erzurum Camyazi Forest Directorate, the amount of carbon stored within stand was found 285 208 tons. From this value, we can conclude that average carbon stock of the study area is 28.8 tons/ha.

Remote sensing techniques used in this study showed that these techniques can save time, budget and labor when calculating carbon stock capacity data (which is rather time and resource consuming to calculate) and accurate results may be achieved. Besides, the study showed that the Red-Edge band (Band 4) of RapidEye satellite image that is sensitive to biomass and chlorophyll can be used in studies related to carbon stock. When the study conducted by Myeong et al. (2006) and our study are compared, it became clear that both manifest accuracy rates close to one another.

Equations of biomass and carbon stock for each type of tree have not yet been completed. They have to complete as soon as possible and the carbon stock capacity needs to be identified more accurately. When calculating the capacity for this type of study, the financial side of the study has to be considered and combined methods with low costs have to be preferred.

ACKNOWLEDGMENTS

This study is funded by the Scientific Research Projects Committee of Kastamonu University with the project number KUBAP-01/2012-49.

REFERENCES BIBLIOGRAFIJA

- Asan, U., 1999: Climate change, carbon sinks and the forest of Turkey. *Proceedings of the International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges*, Laguana, Philippines, ISBN 971-579-021-6, pp.157–170.
- Asan, U., 2006: Final Report for the LULUCF Forestry Group Concerning the Estimation of Net Annual Amount of Carbon Uptake or Release in the Forests of Turkey.
- Brown, S., 2002: Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116(3), pp. 363–372.
- Bulut, A., 2012: Determining the carbon storage capacity of forests by using three different satellite images with remote sensing method (a case study of Alacadag forest management chiefdom). MsD. Thesis, Karadeniz Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, Turkey.
- Chung, S. Y., Yim, J. S., Cho, H. K., Shin, M. Y., 2009: Comparison of forest biomass estimation methods by combining satellite data and field data. IUFRO Division 4 – Extending Forest Inventory and Monitoring Proceeding, Quebec City, Canada, May 19-22 2009.
- Comez, A., 2012: Determination of carbon sequestration in scots pine (*Pinussylvestris* L.) stands on Sundiken Mountain-Eskisehir. General Directorate of Forestry, *Research Institute for Forest Soils and Ecology Technical Bulletin*, 2, pp. 123.
- De Gier, I. K. S. A., Hussin, Y. A., 2012: Estimation Of Tropical Forest Biomass For Assessment Of Carbon Sequestration Using Regression Models And Remote Sensing In Berau. East Kalimantan, Indonesia, Department of Natural Resources, The International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC), Hengelosstraat, 99, 7500.
- Dube, T., Mutanga, O., 2015: Evaluating the utility of the medium-spatial resolution Landsat 8 multispectral sensor in quantifying aboveground biomass in uMgeni catchment, South Africa. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101, 36–46.
- Galeana-Pizaña, J. M., López-Caloca, A., López-Quiroz, P., Silván-Cárdenas, J. L., Couturier, S., 2014: Modeling the spatial distribution of above-ground carbon in Mexican coniferous forests using remote sensing and a geostatistical approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 30, 179–189.
- Goetz, S., Baccini, A., Laporte, N., Johns, T., Walker, W., Kellndorfer, J., Houghton, R., Sun, M., 2009: Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison review. *Carbon Balance and Management* 4 (2), 1–7.
- Goodale, C. L., Apps, M. J., Birdsey, R. A., Field, C. B., Heath, L. S., Houghton, R. A., Jenkins, J. C., Kohlmaier, G. H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G., Nilsson, S., Shvidenko, A. Z., 2002: Forest carbon sinks in the northern hemisphere. *Ecological Applications*, 12 (3), pp. 891–899.
- Gough, C. M., Vogel, C. S., Schmid, H. P., Curtis P. S., 2008: Controls on annual forest carbon storage: lessons from the past and predictions for the future. *Bioscience*, 58 (7), pp. 609–622.
- Gulsunar, M., 2011: Remote sensing method for forest carbon capacity estimation (The example of Duzdag Forest Management Chiefdom). MsD. Thesis, Karadeniz Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, Turkey, 2011.
- IPCC, Climate Change 2001: Working Group I: The Scientific Basis. Cambridge University Press, New York.
- Langner, A., Samejima, H., Ong, R. C., Titin, J., Kitayama, K., 2012: Integration of carbon conservation into sustainable forest

- management using high resolution satellite imagery: A case study in Sabah, *Malaysian Borneo. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18, 305–312.
- Lu, D., Chen, Q., Wang, G., Liu, L., Li, G., Moran, E., 2014: A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems. *International Journal of Digital Earth*, (ahead-of-print), 1–43.
 - Malatesta, L., Attorre, F., Altobelli, A., Adeeb, A., Sanctis, M. D., Taleb, N. M., Scholte, P. T., Vitale, M., 2013: Vegetation mapping from high-resolution satellite images in the heterogeneous arid environments of Socotra Island (Yemen). *Journal of Applied Remote Sensing*, 7, 073527-1-21.
 - Muukkonen, P., 2006: Forest inventory-based large-scale forest biomass and carbon budget assessment: new enhanced methods and use of remote sensing for verification. *Dissertations Forestales, Finnish Forest Research Institute, Department of Geography, Faculty of Science, University of Helsinki*, ISSN: 1795-7389.
 - Myeong, S., Nowak, D. J., Duggin, M. J., 2006: A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 101 (2), pp. 277–282.
 - Orman Genel Mudurlugu (General Directorate of Forestry, Turkey) Available online: http://web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/MakaleBildiri/isinma_onem.pdf, (accessed on 01 November 2014).
 - Ozturk, K., 2002: Global climatic changes and their probable effect upon Turkey. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, Vol.22 (1), pp. 47–65.
 - Peichl, M., Arain, M. A., 2007: Allometry and partitioning of above – and belowground tree biomass in an age-sequence of white pine forests. *Forest Ecology and Management*, 253, pp. 68–80.
 - Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Wagner, F. 2003: Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies.
 - Ravindranath, N. H., Ostwald, M., 2008: Carbon inventory methods: handbook for greenhouse gas inventory, carbon mitigation and roundwood production projects. *Advances in Global Change Research*, Switzerland, 978-1-4020-6546-0.
 - Riegel, J. B., Bernhardt, E., Swenson, J., 2013: Estimating Above-Ground Carbon Biomass in a Newly Restored Coastal Plain Wetland Using Remote Sensing. *Plos one*, 8(6), e68251.
 - Sulistyawati, E., Ulumuddin, Y.I., Hakim, D. M., Harto, A. B., Ramdhan, M., 2006: Estimation of carbon stock at landscape level using remote sensing: a case study in mount Papandayan. *Environmental Technology and Management Conference, West Java, Indonesia*.
 - Tan, K., Piao, S., Peng, C., Fang, J., 2007: Satellite-based estimation of biomass carbon stocks for northeast China's forests between 1982 and 1999. *Forest Ecology and Management*, 240, 1–3, pp. 114–121.
 - Tian, X., Su, Z., Chen, E., Li, Z., Van der Tol, C., Guo, J., He, Q., 2012: Estimation of forest above-ground biomass using multi-parameter remote sensing data over a cold and arid area. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 14(1), 160–168.
 - Vicharnakorn, P., Shrestha, R. P., Nagai, M., Salam, A. P., Kiratiprayoon, S., 2014: Carbon Stock Assessment Using Remote Sensing and Forest Inventory Data in Savannakhet, Lao PDR. *Remote Sensing*, 6(6), 5452–5479.
 - Yang, K., Guan, D., 2008: Changes in forest biomass carbon stock in the Pearl River delta between 1989 and 2003. *Journal of Environmental Sciences*, 20, pp. 1439–1444.

Sažetak

Postoje tri glavna nalazišta ugljika na svijetu. To su atmosfera, zemaljski i oceanski ekosustavi. Šume su najveće zemaljsko nalazište ugljika. Postoji linearni odnos između količine šumske područja i pohranjenog ugljika. Također, u kontekstu Kyoto protokola, šumska zemljišta i količina pohranjenog ugljika jako su važni za razmjenu ugljika u nadolazećim godinama.

Svrha ovog istraživanja je formalizirati jednadžbu regresije između kapaciteta pohrane nadzemnog ugljika izračunatog kroz ekstenzivni terenski pregled 344 područja uzorka u Direkciji šuma Camyazi, Turska, te vrijednosti refleksije koje odgovaraju svakom uzorku od slika RapidEye.

U istraživanju su se koristili inventarni podaci plana gospodarenja te tehnike daljinskog istraživanja za utvrđivanje količine ugljika pohranjene u sastojini unutar granica Direkcije šuma Camyazi, Turska. Kao rezultat izvršenih kalkulacija, korištenjem slike RapidEye te (Pojas 4)² izvedene jednadžbe koja daje $R^2=0.71$, ovisno o podacima Direkcije šuma Erzurum Camyazi, utvrđeno je da je količina ugljika pohranjena u sastojini iznosila 285 208 tona. Iz te vrijednosti možemo zaključiti da je prosječna pohrana ugljika u ispitivanom području 28.8 tona/ha.

Tehnike daljinskog istraživanja korištene u ovome istraživanju pokazale su da te tehnike mogu uštedjeti vrijeme, finansijska sredstva i posao kod izračuna podataka kapaciteta pohrane ugljika (koje zahtjeva prilično vremena i sredstava za izračun), a mogu se dobiti precizni rezultati. Uz to, istraživanje je pokazalo da je Red-Edge pojas (Pojas 4) satelitske slike RapidEye-a osjetljiv na biomasu i klorofil se može koristiti u istraživanjima povezanim s pohranom ugljika.

Jednadžbe za biomasu i pohranu ugljika za svaku vrstu šumskog drveća još nisu dovršene. Trebaju se dovršiti što je prije moguće i kapacitet pohrane ugljika treba se točnije utvrditi. Kod izračuna kapaciteta za ovaj tip istraživanja treba uzeti u obzir finansijsku stranu istraživanja uz preferiranje kombinirane metode s niskim troškovima.

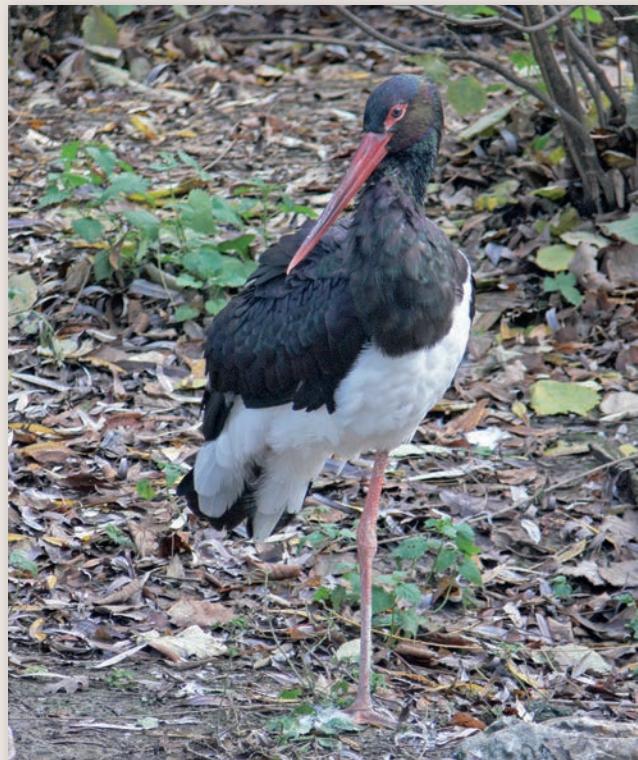
CRNA RODA (*Ciconia nigra* L.)

Mr. sp. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Naraste u dužinu oko 100 cm s rasponom krila 150 – 200 cm, te ima 2,5 – 3,2 kilograma težine, pa je po veličini neznatno manja od bijele rode. Spolovi su slični. Boja perja je crne boje sa zeleno ljubičastim odsjajem, a bijelo perje je na dijelu prsa, trbuhi, bokovima, donjoj strani krila i repa neposredno uz tijelo. Odrasle ptice imaju crvenu golu kožu oko očiju, kljun i noge. Kod mlađih ptica boja perja je smeđe crna bez sjajnog odsjaja, a donji dijelovi su bijele boje kao kod odraslih. Kljun, noge i gola koža oko očiju su zelenkaste boje.

Vezana je za područja starih šuma u blizini koji se nalaze vlažna i močvarna područja. Gnijezda gradi pojedinačno u krošnjama na visokom drveću unutar šumovitog područja. Prvo gnijezđenje ima u trećoj godini. Gnijezdi od travnja do srpnja. Gnijezdo je veliko, grubo građeno od granja i grančica koje godinama nadograđuje. Najčešće nese 3 – 5 bijelih jaja veličine oko 65 mm. Na jajima sjede mužjak i ženka oko pet tjedna. Mladi ptići su čučavci i u gnijezdo im oba roditelja donose hranu, a osamostale se za dva do dva i pol mjeseca. Hrane se s manjim ribama, vodozemcima, gmazovima, mukušcima, sitnim sisavcima i vodenim insektima.

U Hrvatskoj je malobrojna, ali redovita selica gnjezdarica u kontinentalnom nizinskom dijelu većinom sjevernije od Kupe i Save, te rjeđe u Lici i Gorskem Kotaru. Populacija u Hrvatskoj se procjenjuje na 220 – 340 parova. Od naseli tijekom kolovoza i rujna, a vraća se tijekom travnja i svibnja. Seli se na područja Izraela i podsaharske Afrike (Niger, Čad, Etiopija). Za razliku od bijele rode ne prelazi



Odrasla crna roda u karakterističnoj pozici stajanja na jednoj nozi.

ekvator, već zimuje na sjevernoj polutci. Populacije Pirinejskog poluotoka su stanaice, a i mali dio europske populacije (5 %) ostaje na zimovanju u južnim dijelovima Europe.

Crna roda je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Mlade ptice na gnijezdu na stablu obične bukve na području koprivničkog prigorja neposredno pred izletanje sredinom mjeseca srpnja 2015. godine.

NAŠA LOVNA DIVLJAČ NA POŠTANSKIM MARKAMA

Alojzije Erković, dipl. ing. šum.

Neposredno prije nego što su Hrvatske pošte otisnule i puštile u promet svoju tisućitu marku od ustoličenja Lijepe Naše (27. 4. 2015.), isti nas je operater nepuna dva tjedna ranije (15. 4. 2015.) obradovao novim prigodnim nizom iz serijala Hrvatska fauna. Ovoga puta marke su posvećene trima našim, mogli bi smo reći, najlovlijenijim i najraširenjim vrstama divljači – srni (*Capreolus capreolus*), (nominalne vrijednosti marke 2,80 kn), lisici (*Vulpes vulpes*, 4,60 kn) i divljoj svinji (*Sus scrofa*, 6,50 kn). Dizajneru Dejanu Roksandiću iz Zagreba kao predlošci poslužili su uspjeli snimci našeg poznatog snimatelja divljači Marija Romulića. Marke su izdane u arcima od 20 maraka i kornetima od 10 maraka, a Hrvatska pošta izdala je prigodnu omotnicu (vidi sliku) prvog dana (FDC) te tri maksimum karte. U nakladi od 150.000 primjeraka po motivu, marke je u višebojnom offset tisku već tradicionalno tiskao AKD d.o.o. Zagreb.

Iako elektronička tehnologija sve više gura marke u zapečak, ostaje činjenica da ta „papirnata pisma“ s na njima naličenim nazubljenim „sličicama“ se tako lako ne predaju. Štoviše, dobivaju sve veću važnost. U informativnom listiću koji je pratio već spomenutu tisućitu marku pod imenom

Tisućita poštanska marka, našli smo sljedeći zapis: „Gotovo bi se mogla staviti marka i potpis pošiljatelja, a već bi primatelj dobio poruku u sažetom privlačnom obliku u koji bi se mogao s veseljem udubiti. Zapravo, marka je uvijek bila paralelno pismo. Ona je nudila cijeli repertoar životnih sadržaja koje smo mogli upućivati jedni drugima. Otkad postoji samostalna Hrvatska upravo smo napisali tisuću takvih pisama“ (Ž. Čorak).

Što se tiče maraka posvećenih fauni hrvatskog područja prvo takvo izdanje datira još iz 1992 (23. 2.), na kojemu su bili prikazani jelen obični od dlakave divljači i strogo zaštićeni orao štekavac od pernatih vrsta. Naizmjence, u pravilu svake druge ili treće godine („praznine“ su ispunjavale marke iz serijala Flora hrvatskog područja), slijedile su marke s vrstama iz podmorja (glavata želva, dobri dupin), gmažova (oštroglav žutokrug – prikazan na četiri marke!), leptiri (apolon, veliki livadni plavac, močvarni okaš) i dr. Serijal od tri marke pušten u promet 5. 6. 2003. predstavlja je naše glodavce: vjevericu, puha i reintroducirano dabra, a godinu dana kasnije u suradnji s WWF-om izdane su četiri marke posvećene čaplji dangubi. Daleko bi nas odvelo



nabranjanje svih do sada prigodnih izdanja u okviru Hrvatske faune. Spomenut ćemo još tri likovno dopadljive marke od 15. 3. 2011. na kojima su bili predstavljeni smeđi medvjed (na marki je pisalo mrki!), Eleonorin sokol i sredoze-mna medvjedica.

I najnovije prigodno izdanje posvećeno našim dobro nam poznatim šumskim vrstama prati informativni listić, na kojemu su iz pera prof. dr. sc. Marijana Grubešića na sažet i pregledan način, za svaku vrstu posebno, iznijeti podaci o njihovoj klasifikaciji, izgledu i građi tijela, razmnožavanju, rasprostranjenosti, bolestima. Za svaku vrstu dana je pri-bližna brojnost u Hrvatskoj. Tako je populacija srna procijenjena na 65.000 jedinki, lisica 13.000 i divljih svinja 30.000 jedinki. Dok zemlje iz našeg okruženja, poput Slovenije, a da ne govorimo o Austriji, Njemačkoj, Francuskoj, redovito svake godine u svojim lovačkim časopisima i drugim pu-blakcijama iskazuju podatke o broju odstrijeljene (strade) divljači, uspoređujući ih s podacima iz prethodnih godina, u Hrvatskoj, i uz silne evidencije, ti podaci uglav-nom ostaju nedostupnim šumarskoj i lovačkoj javnosti.

Ako izuzmemo poštanske marke s prikazom šumskih životinja, poput spomenutog ovogodišnjeg niza, šumskog dr-

veća, ukrasnog grmlja, šumskih štetnika (kukaca) i sl. , šume i šumarstvo nisu osobito zastupljeni u izdanjima Hrvatske pošte. Među do sada izdanih 1000 maraka možemo izdvajiti samo dva izdanja: marku s likom našeg šumara i književnika Josipa Kozarca (1858–1906), izdanu u sklopu niza Znameniti Hrvati, 29. 3. 2006., te prigodno izdanje od dvije marke EUROPA- šume 5. 5. 2011. dizajnera Roberta Rebernaka, a prema djelima naših slikara Lovre Artukovića i Josipa Zankija. U svijetu su na poštanskim markama obi-ježavaju i pojedine godišnjice, značajna događanja iz obla-sti šumarstva i slično, što se u nas redovito zanemaruje. Da je to tako, potvrđuje Program prigodnih poštanskih ma-raka za 2015.g. Hrvatskih pošta u kojemu nije predviđena marka kojom bi se obilježila naša značajna obljetnica – 250 godina šumarstva i šumarske struke u Hrvatskoj . Usuđujem se reći: neoprostiv propust. Tako je, na primjer, Šved-ska svojevremeno poštanskom markom obilježila 100 go-dina šumarstva (1859–1959), a Austrija svoju pedeset godišnjicu. Peti međunarodni šumarski kongres 1960. Su-dan i Tunis također obilježavaju markom. Nijemci koji su prije dvije godine proslavili 300 godina od objave čuvene *Sylvikulture* Carla von Carlowitza, što će reći tri stoljeća održivog gospodarenja, također su izdali prigodnu marku.



ROBERO DE VISIONI – HRVATSKI BOTANIČAR 215 GODINA OD ROĐENJA

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

Roberto de Visiani (Šibenik, 9. travnja 1800. – Padova, 4. svibnja 1878., pokopan je u Šibeniku), hrvatski botaničar talijanskoga podrijetla.

Otic mu je bio ugledni šibenski liječnik. Osnovnu je školu završio u Šibeniku, a gimnaziju i filozofiju u Splitu. Medicinu je studirao na Sveučilištu u Padovi, gdje je 1822. doktorirao i postao asistent medicinske botanike kod prof. G. A. Bonata. Od tada započinju njegova istraživanja dalmatinske flore i već 1826. godine objavljuje svoje prvo djelo *Stirpium Dalmaticarum Specimen* (Ogled dalmatinskog bilja).

Od 1827. do 1835. radio je kao liječnik u Kotoru, Drnišu i Budvi. To je vrijeme koristio za daljnja istraživanja flore Dalmacije. Godine 1835. u Beču, na ispitnim provjerama, stječe dozvolu predavanja botanike na sveučilištu. Već 1836. godine imenovan je suplentom na Katedri botanike, a 1837. godine postaje redoviti profesor i direktor Botaničkoga vrta na Sveučilištu u Padovi, gdje je radio do smrti.

Kao rezultat dugogodišnjega proučavanja dalmatinske flore objelodanio je životno djelo *Flora Dalmatica* (Dalmatinska flora), u tri sveska (1842–1852). U njoj je obradio 2250 bilj-



nih vrsta i nižih taksona. Po prvi puta je opisao 60 vrsta i pet novih rodova biljaka, kojima je davao hrvatske i latinske nazine. Djelo je bogato dokumentirano i ilustrirano, pa je do sada najopsežnija monografija o našoj flori. Objavljena su i tri *Supplementa* (dodatak, 1872, 1877 i posthumno 1882). Proučavao je i floru Hercegovine, Crne Gore, Srbije i Italije. Pronašao je endemično dalmatinsko zvonce (*Edraianthus dalmaticus* /A. DC./ A. DC., = *Campanula caudata* Vis.) 1847. godine u okolici Klisa. Po njemu su nazvane biljke – Vizianijev vrisak (*Satureja visianii* Šilić), Vizianijev oštrolist (*Onosma visianii* Clementi) i Vizianijska modričica (*Asperula visianii* Korica). Iz područja dendrologije popisao

je 216 vrsta dendroflore, otkrivši i nove vrste, kao npr. *Pinus nigra* Arnold ssp. *dalmatica* (Vis.) Franco (= *Pinus nigra* Arnold ssp. *dalmatica* Vis.), *Lonicera glutinosa* Vis. i više vrsta roda *Cytisus*.

Kao široko obrazovan intelektualac enciklopedist, djelovao je aktivno i u hortikulti, fitopatologiji, paleobotanici, entomologiji, ihtiologiji i dr. Uspješno se bavio lingvistikom, pjesništvom i filozofijom. Osobito se istakao u hortikultur-



Slika 1. Vizianijeva modričica (*Asperula visianii* Korica), Foto S. Bogdanović.



Slika 2. Vizianijev oštrolist (*Onosma visianii* Clementi), Foto L.J. Borovečki-Voska.



Slika 3. Vizianijev vrisak (*Satureja visianni* Šilić), Foto N. Jasprica.



Slika 4. Dalmatinsko zvonce (*Edraianthus dalmaticus* / A. DC./ A. DC., = *Campanula caudata* Vis.), Foto N. Jasprica.

noj djelatnosti. Za istraživanje oplodnje vanilije (*Vanila planifolia* Jacks. ex Andrews) nagrađen je zlatnom medaljom Hortikulturnoga društva u Beču.

Organizirao je prvu izložbu cvijeća u tadašnjoj Lombardsko-venetskoj kraljevini 1845. godine, u čast 300. obljetnice osnutka botaničkoga vrta. U Botaničkom vrtu u Padovi, nastavio je rad svojih prethodnika, sadnjom cedrova, borova, magnolija, a izveo je i brežuljke s krivudavim stazama u engleskom stilu.

Bio je član više od 50 znanstvenih akademija i društava. Godine 1876. izabran je za počasnoga člana tadašnje JAZU u Zagrebu za zasluge na polju botanike i drugih znanosti.

Umro je u Padovi 1878. godine i po vlastitoj želji sahranjen je u Šibeniku na groblju Sv. Ane. Na čelnoj ploči kamenoga sarkofaga uklesan je natpis FLORA DALMATICA.

Obilježavajući sto godina smrti R. Visianija (1978), njegovo prvo djelo *Stirpium Dalmaticarum Specimen* prevedeno je s latinskoga na hrvatski jezik (*Ogled dalmatinskoga bilja*)

uz kritički osvrt i prikaz njegove cjelokupne bibliografije. Iste godine organiziran je u Šibeniku znanstveni skup o njegovom životu i znanstvenom djelu. Svojim epohalnim djelom utiraо je put i hrvatskoj šumarskoj znanosti. Jedan je od prvih naših biologa koji je predavao na sveučilištima izvan Hrvatske.

Najznačajnija djela

Stirpium Dalmaticarum Specimen. Padova 1826.

Plantae rariores in Dalmatia recens delectae. Flora 12, Regensburg 1829.

Flora Dalmatica I–III, Leipzig 1842–1852.

Pianti fossili della Dalmazia. Venezia 1858.

Supplementum Florae Dalmaticae I-IIa/b. Venetiis 1872–1882.

Ogled dalmatinskoga bilja (reprint). Split 1978.



ZELENILO URBANIH SREDINA GRAD ZAGREB

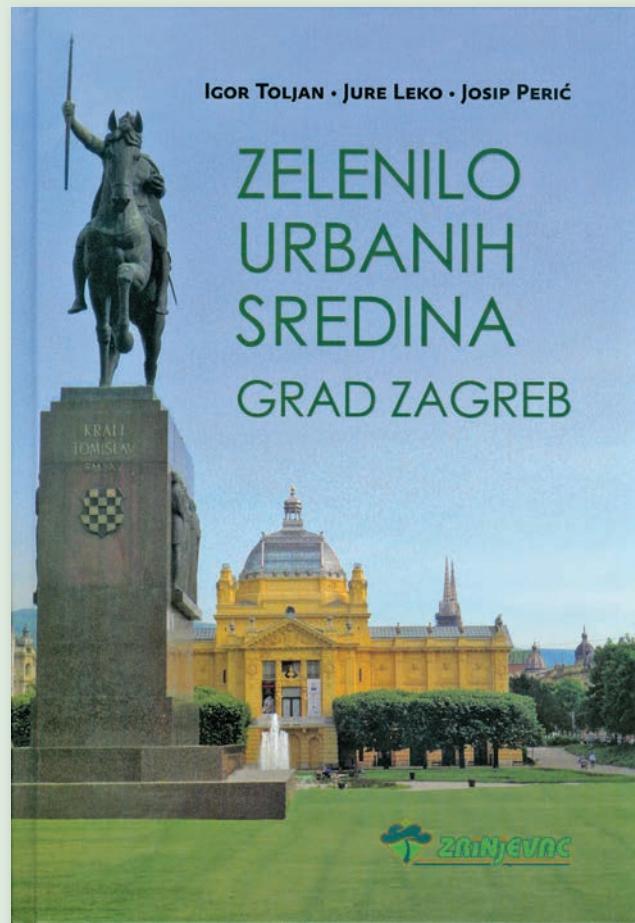
Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Pod gornjim naslovom nedavno je iz tiska izšla knjiga, čiji su autori **Igor Toljan, Jure Leko i Josip Perić**, diplomirani inženjeri šumarstva. Sva trojica imaju dugogodišnje iskušto na uređenju zagrebačkog zelenila. Zaposlenici su Zagrebačkog holdinga d.o.o., Podružnica Zrinjevac, koji je ujedno i izdavač knjige. Tekst je recenzirala prof. dr. sc. Marijana Idžočić. Uz autora suradnica knjige je Marija Perić, studentica Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Knjiga je promovirana 28. svibnja 2015. godine u Hrvatskom povjesnom muzeju u Zagrebu. Kao promotor osjećam dužnost da o njoj iznesem bitne podatke za našu struku.

Obim knjige je 208 stranica. Na početku je napisana jedna mudra izreka Alberta Einsteina, slijedi slika s ovogodišnjeg Floraarta, te sadržaj iz kojega se vidi da je tekst podijeljen u četiri poglavlja. Poslije toga na kartama je prikazan prostorni raspored 10 najzastupljenijih vrsta drveća na području Zagreba. Potom se nailazi na niz fotografija cvjetnjaka i biljaka u zimsko-proljetnom razdoblju. Iz popisa literature vidljivo je da su autori koristili 15 djela domaćih i iz susjednih zemalja poznatih eksperata na području flore. Uz to koristili su još šest djela (Šumarske enciklopedije, Šume u Hrvatskoj i dva izdanja o Zrinjevcu) u kojima su napisi o dendrofloriji. Pri kraju je naveden popis opisanih biljaka (znanstveni i narodni nazivi), te još nekoliko slika uređenih površina. Knjiga završava kratkim biografijama autora, a na zadnjoj korici je izdvojeno mišljenje recenzente. Slijedi prikaz knjige po poglavlјima.

Uvod. Autor Josip Perić ukazuje da je knjiga napisana u namjeri da čitatelje upozna s urbanim zelenilom. Navodi važnu značajku da Zagreb posjeduje Katastar zelenih površina (GIS), objašnjava funkciju zelenila, nužnost održavanja i specifične uvjete u kojima biljke žive u urbanim sredinama. Posebno naglašava odnos čovjeka prema zelenilu i navodi normative koji omogućavaju suživot čovjeka i biljaka u urbanim sredinama. Značajan je podatak da Zagreb ima oko 20 m² zelenila po stanovniku, a navedeni su i podaci o broju stabala, površinama travnjaka, ukrasnog bilja, staza, cvjetnjaka, dužini svih živica i drugo, što sve održava Zrinjevac u Zagrebu.

Zatim je autor objasnio važnost vegetacije u gradovima u smislu zaštite od prevelikog zagadivanja, reguliranja atmosfere, a posebice koja je uloga biljaka u pročišćavanju zraka,



zaštite od buke i druge značajke. Također je naveo koje funkcije ima zelenilo u gradovima, a i važnost njihovog ekonomskog doprinosa. Perić na kraju poručuje da treba voditi brigu o zelenilu, što se vraća višestruko.

Zrinjevac tijekom tri stoljeća. Autor ovog poglavlja je Igor Toljan. Na početku ističe da je Zrinjevac najstarija hrvatska tvrtka utemeljena radi uređenja i njene javnih nasada i da ima odlučnost u prenošenu vizije svojih utemeljitelja. Dalje navodi i objašnjava o organizacijama koje su brinule o zelenilu proteklih 120 i više godina (Gradska vrtlarija je osnovana 1893. godine, Nasadi 1948. godine, Flora 1967. godine, a Zrinjevac 1977. godine koji od 2007. godine djeluje unutar Zagrebačkog holdinga d.o.o.).

Slijedi prikaz stanja i poslovanja Zrinjevca u današnjici. Istimje da je Zrinjevac stavljući u funkciju kompostanu prvi

ekološki projekt iz sfere zbrinjavanja otpada u Hrvatskoj i iznosi podatke o proizvodnji komposta. Dalje piše o proizvodnji biljnog materijala, ljudskim resursima, radnim sektorima i jedinicama, te o stručnim službama. Toljan tekst završava o Floraartu, čiji je Zrinjevac glavni organizator od 1992. godine.

Drveće u urbanim sredinama. Ovaj dio teksta napisao je Jure Leko. On ukazuje da je drveće u urbanim sredinama izloženo mnogim opterećenjima: zagađen zrak, povišena temperatura, smanjen prostor, smanjen dotok vode i hraničiva, neodgovarajuće tlo, soli, kiselost, lužnatost, uvjeti razvoja krošnje i niz drugih nepovoljnih čimbenika. Dalje govori o potrebnoj njezi mladih stabala, rezidbi krošanja, mehaničkim oštećenjima i zaštiti. Posebno ističe značenje zelenila u urbanim sredinama i navodi da je sadnja biljaka povezana s mnogim kulturama, religijama i običajima i da je za opstanak zelenila nužan Program održavanja.

Drveće i grmlje u urbanim sredinama. Ovo je glavno i najopširnije poglavlje u knjizi, a napisao ga je Josip Perić. U ovom poglavlju opisane su 93 vrste, jedna podvrsta, šest križanaca i 36 kultivara. Jedna je svojta opisana kao podvrsta (kineski javor), a mušmulice su opisane na razini roda.

Vrste se opisane na način uobičajen u dendrološkim knjigama: drvo ili grm, krošnja, kora, korijenov sustav, pupovi. Listovi – iglice, cvjetovi, plodovi i areal. Za kultivare je dat opis samo glavnih značajki. Za nekoliku vrsta navedene su i upute o njihovom uzgoju. Nakon opisa navedeni su podaci o dotičnoj vrsti, odnosno kultivaru u Zagrebu: broj stabala, površina m² koju pokriva ili koliko metara dužine zauzima kao živica. Ti su podaci prikazani i grafikonima. Na tri slike uz tekst za svaku svojtu prikazane se njene glavne morfološke značajke.

Analizom cijelokupnog teksta u ovom poglavlju dolazi se do vrlo značajnih činjenica koje je korisno iznijeti.

Od navedenih svojstava golosjemenjače pripadaju u četiri porodice i 13 rodova (5 evropskih i 8 rodova drugih kontinenata), u koje je uključeno 17 vrsta i 12 kultivara. Kritosjemenjačama (dvosupnicama) pripada 31 porodica, 65 rodova (35 evropskih i 30 rodova s drugih kontinenata), 76 vrsta, 6 križanaca i 24 kultivara. Svojtama je najbogatija

porodica Rosaceae – ružovke. Njoj u ovom djelu pripada 10 rodova, jedan križanac, jedan kultivar i 12 vrsta. Slijedi je porodica Caprifoliaceae – kozokrvine sa 6 rodova i 6 vrsta. One su značajni pokrivači tla, pogotovo vrste roda *Lonicera*. Njima se može pridružiti i porodica Oleaceae – maslinovke s 3 roda i 6 vrsta, a posebno je značajna kalina – *Ligustrum* čijih živica u Zagrebu ima preko 108 000 m.

Analizirajući grafikone također se dolazi do vrlo značajnih podataka. Iz grafikona je vidljivo da 77 vrsta stabala ili grmova pripada u 40 rodova. Po broju vrsta najzastupljeniji su rodovi *Betula*, *Populus*, *Tilia*, *Platanus* i *Fraxinus*. Vrste koje su dostigle promjere 90 i više cm pripadaju rodovima *Fraxinus*, *Platanus*, *Populus*, *Quercus*, *Salix*, *Catalpa* i *Juglans*. Većina stabala ima srednje prsne promjere, što ukazuje na njihov ispravan raspored. Kao pokrivači tla koristi se 50 vrsta iz 27 rodova. Među njima najzastupljenije su vrste rodova *Lonicera*, *Cotoneaster*, *Prunus*, *Spiraea* i *Mahonia*. Za uzgoj živica služi 10 vrsta. Među njima najvažnije su vrste rodova *Ligustrum*, *Spiraea* i *Pyracantha*. Neke vrste služe i kao pokrivači tla i za živice.

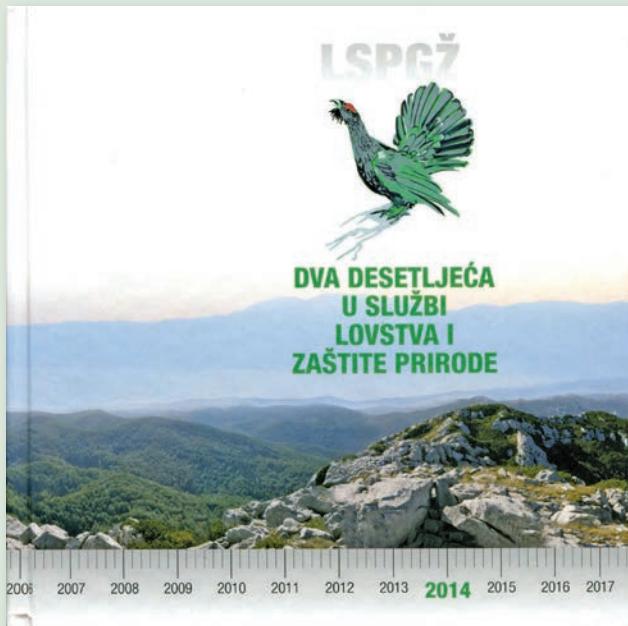
Zaključak

Knjiga **Zelenilo urbanih sredina – Grad Zagreb** predstavlja suvremeno djelo koje nas upućuje na odnos biljaka i čovjeka u urbanim sredinama, na uvjete rasta biljaka u gradovima, ali i njihovu mnogokorisnost za čovjeka. Autori knjige su sve to prikazali na temelju svojih saznanja kroz dugogodišnju praksu, radeći na zelenilu grada Zagreba, ali i na povijesnim činjenicama o zelenilu Zagreba tijekom 120 i više godina. Glavni dio knjige odnosi se na opis pojedinih biljaka, a popraćen je slikama i drugim podacima. Upravo to daje knjizi značenje, a čitatelju jasna saznanja o biljkama. Mnogobrojne fotografije u knjizi su samo mali broj izabranih od 6 000 do 7 000 fotografija koje je snimio Josip Perić tijekom proučavanja zagrebačkog zelenila.

Knjiga je vrijedno djelo za ljude koji rade u gradskim zelenilima, stručnjake, znanstvenike i ljubitelje biljaka, bez obzira na njihovu struku. Sigurno je da je novom knjigom o zelenilu u urbanim sredinama obogaćena i šumarska struka. Zasigurno će je koristiti i naši studenti. Preporučam je svima za korištenje, a autorima upućujem čestitke.

NOVA KNJIGA I NOVA PRIZNANJA ALOJZIU FRKOVIĆU

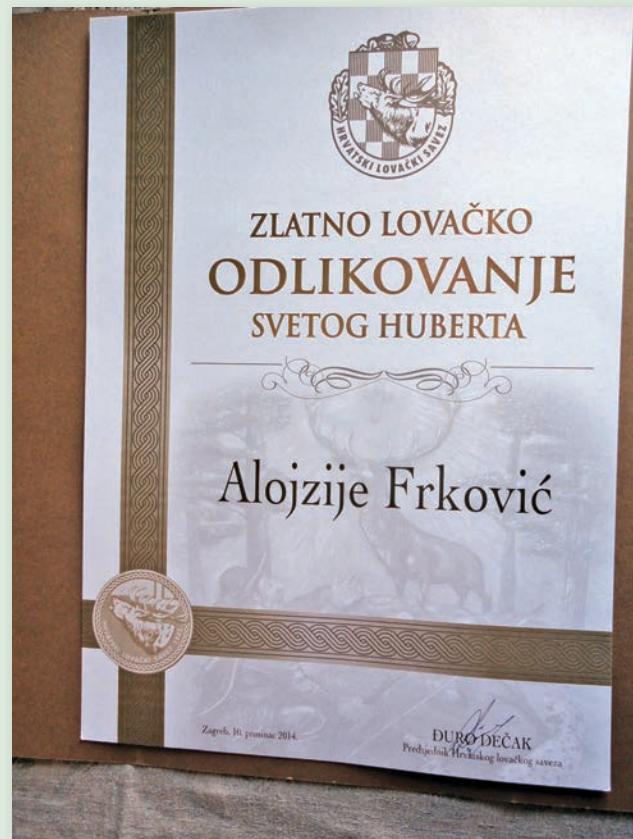
Hranišlav Jakovac, dipl. ing. šum.



Slika 1. Likovno rješenje naslovnice knjige *Dva desetljeća u službi lovstva i zaštite prirode* djelo je grafičkog urednika i dizajnera Danijela Popovića iz Crnog Luga

Dok smo prošle godine na stranicama našega glasila predstavili spomen-knjigu posvećenu Aktivu za zaštitu ptica „Sjenica“ Crni Lug kolege Alojzija Frkovića, dipl. ing. šum., isti nas je ponovno obradovao novom knjigom, ovoga puta posvećenoj 20-godišnjici rada i djelovanja Lovačkog saveza Primorsko-goranske županije (u dalnjem tekstu Savez). Knjiga *Dva desetljeća u službi lovstva i zaštite prirode* svojim je obimom (125 stranica), formatom (19,5×19,5 cm) i likovno-grafičkim rješenjem u mnogome nalik onoj prethodnoj, a predstavljena je u Opatiji na godišnjoj skupštini Saveza 14. lipnja 2015. Knjigu su predstavili predsjednik Saveza, ujedno i urednik izdanja, dr. sc. Josip Malnar, dipl. ing. šum. i predsjednik Izdavačkog savjeta Saveza Boris Mikić ml., dipl. ing. šum. Želeći pojasniti razloge koji su ga ponukali da kao čelnici čovjek Saveza inicira izradu ove publikacije, a ujedno da zahvali svima onima koji su ga u tome podržali, predsjednik Malnar je između ostalog rekao: „U

godini kad naša stožerna lovačka organizacija – Hrvatski lovački savez proslavlja 90-godišnjicu osnivanja Saveza lovačkih društava za Hrvatsku i Slavoniju, a Lovački savez Primorsko-goranske županije 20. obljetnicu osnivanja, i mi lovci, članovi tog Saveza, kao jedna od dvadeset i jedne članice Hrvatskog lovačkog saveza, željni smo se ovom prigodnom spomen-knjigom pridružiti ovom značajnom jubileju hrvatskih lovaca. Odabrali smo ovaj vid doprinosa – pisani riječ prema onoj latinskoj *Verba volant, scripta manent*. U knjizi smo nastojali riječju i slikom ne samo zapisati sve ono bitno što su lovci ovoga zapadnog dijela Li-jepe Naše proveli u djelu tijekom minula dva desetljeća, nego i ukratko predstaviti bližu i dalju prošlost na koju smo ponosni. ...“. Iako na skupštini i predstavljanju knjige nije, zbog zdravstvenih razloga, bio nazočan autor, predsjednik Malnar izrekao mu je hvalu ovim riječima: „Da je ova naša



Slika 2. Spomen plaketa zlatnog lovačkog odličja

* Jakovac, H. (2014). Alojzije Frković: U Crnom Lugu više nama praćki. Ptice najuočljiviji članovi prirode. Šum. list CXXXVI-II(9–10):509–510.

spomenica u tako kratkom vremenu ugledala svjetlo dana, ponajprije moram zahvaliti našem najplodnijem lovcu i šumaru, kada je u pitanju pisana riječ, kolegi Alojziju Frkoviću, koji je u svojoj osamdesetoj godini života smogao snage da podužem popisu svojih knjiga pridoda još jednu, ovoga puta ovu našu spomen-knjigu“.

Sažet vremeplov dalje i bliže prošlosti

Iako nosi naslov *Dvadeset godina u službi lovstva i zaštite prirode*, Frković se nije zadovoljio da svoju knjigu posveti samo tom razdoblju, već se kao vrsni znalac vratio u daleku prošlost, te poput sažetog vremeplova u najkraćim crtama predstavio vrijeme „kada je naš lovac slobodno lovio, kao što je slobodno drvario ili ribario, te preko zabrana i služenja što su mu nametnuli tuđinci sve do okončanja dvaju svjetskih razaranja, Prvog i Drugog svjetskog rata i obnove u tim sukobima opustošenih lovišta“. Predstavivši u najkraćim crtama Primorsko-goransku županiju („najljepšu i najbogatiju“!), u trećem poglavlju predstavio je turbulentno razdoblje dugo gotovo punih pola stoljeća kada se neposredno s gospodarskim, društvenim i političkim mijenjama mijenjalo i organizacijsko ustrojstvo lovstva (a i šumarstva). Okončanjem Drugog svjetskog rata na području Gorskog kotara, Hrvatskog primorja i Kvarnerskih otoka novo ustanovljena lovačka društva najprije je objedinjavala Lovna sekcija Vrbovsko, a zatim Povjerenstvo za šumarstvo Oblasnog Narodnog odbora Rijeka. Donošenjem prvog poslijeratnog Zakona o lovnu (1949.) pri Kotarskom odboru Rijeka ustanovljen je Kotarski lovački savjet, čiju funkciju ubrzo preuzima Kotarski lovački savez kao članica Saveza lovačkih organizacija NR Hrvatske. Prije osnivanja današnjeg Saveza djelovali su Savezi lovačkih organizacija općina, a ustanovljenjem regija – Koordinacijski odbor za lovstvo Gorskog kotara, Hrvatskog primorja i Istre. Konačno, na temelju važećeg Zakona o lovstvu i Zakona o lovačkim udrugama 1994. prišlo se osnivanju današnjeg Saveza.

Lovački savez Primorsko-goranske županije 1994.–2014.

Radi lakšeg poimanja i preglednosti, ali i opasnosti od nepotrebног ponavljanja, četvrto, ujedno i glavno poglavlje knjige pod naslovom *Lovački savez Primorsko-goranske županije 1994.–2014.*, koje čini njenu okosnicu (82 stranice, 66 % obima knjige) autor je podijelio u devet poglavlja, od osnivanja i prvog desetljeća rada Saveza, stručnog obrazovanja i nakladničke djelatnosti, kinologije, lovnom strjeljaštva, smotri i izložbi lovačkih trofeja do lovnom turizma i ulaganja u lovstvo. Knjiga je bogato ilustrirana, a ne mali broj slika je na „duplicicama“. Na kraju knjige date su pregledne karte pojedinih područja Županije, te tablični prikazi pojedinih lovačkih društava s brojem lovaca te nazivi i površine gospodarenih lovišta. Krajem 2014. g. riječki je

Savez brojio ukupno 3.373 člana. U odnosu na broj lovačkih društava – članica Saveza, odnosno broja lovaca prema područjima, predvodi priobalje sa sedamnaest lovačkih društava i 1.648 lovaca, slijede otoci s dvanaest društava i 572 lovca te gorsko zalede s jedanaest društava i 1.053 lovca. Među stotinjak bibliografskih jedinica sadržanih u Literaturi na kraju knjige autor je uvrstio sve članke o lovnu i divljači s prostora današnje Primorsko-goranske županije objavljene u *Lovačko-ribarskom vjesniku* u prvih 100 godina izlaženja (1892–1991.).

Uklanjanje divljih svinja s otoka – najveći problem

Od brojnih interesantnosti i podataka iznijetih u ovoj knjizi, spomenut ćemo one vezane uz pitanje uklanjanja nezavičajne divljači, poglavito divljih svinja, koje su u relativno kratkom vremenu bilo spontanom migracijom (otok Krk), bilo (i)legalnim naseljavanjem (otoci Cres i Lošinj) dospjeli na Kvarnerske otoke. Naišavši na idealne uvjete za opstanak i razmnažanje, ta je divljač u relativno kratkom vremenu do te mjere stala pričinjati enormne štete ovčarstvu, vinogradarstvu i povrtnarskim kulturama da su morale reagirati ne samo odgovorne službe Županije nego i Hrvatski lovački savez, pa i resorno ministarstvo. Izmjena i dopunama Zakona o otocima iz 2006., a posebno Naredbom o smanjenju brojnog stanja pojedinih vrsta divljači iz 2007., kojom je dopušten lov divljih svinja i jelena lopatara tijekom cijele kalendarske godine, bez obzira na dobnu i starosnu strukturu, Savezu nije ništa drugo preostalo nego da se preko svog članstva uključi u akciju izlovljavanja. Rezultati nisu izostali. Dok su 2005. s otoka Krka uklonjene 33 divlje svinje, četiri godine kasnije (2008.) taj se broj povećao na 662, kulminiravši 2012. s 1.107 divljih svinja! Slično je bilo i na otoku Cresu, gdje se uz divlje svinje izlovljavao i jelen lopatar. Na ovom je otoku 2006. izlučen 141 lopatar i 189 divljih svinja, da bi se te brojke ubrzano udvostručile s rekordnim ulovom 2012. godine, kada je izlučeno 539 jelena lopatara i 638 divljih svinja. Među odstranjениm divljim svinjama, točnije veprovima, napad kapitalnih kljova bio je impresivan. Na drugoj izložbi lovačkih trofeja otoka Krka „Blago zlatnog otoka“, koja je u jesen prošle godine održana u Omišlju, bilo je izloženo 80 kapitalnih kljova, od kojih 23 u kategoriji zlatne medalje, 28 srebrne i 29 brončane medalje (po mjerilima CIC-a) stečenih u razdoblju od samo deset godina (2004–2013). U usporedbi s Gorskim kotarom, gdje je na gotovo četiri puta većoj površini u minulih 70 godina stečeno ukupno 155 kapitalnih kljova ili nepunih 50 % više, to je više nego iznenađujuće.

Preplivavanjem uskog morskog kanala na otok Krk dospjeli su srna, smeđi medvjed i druga divljač. Naišavši na izvrsne stanišne uvjete, pojasnit će autor, brojnost srneće divljači naglo je porasla, tako da je osamdesetih godina prošloga

stoljeća uvrštena u lovnogospodarske osnove kao lovna divljač. Proljetno brojno stanje u sva tri gospodarena lovišta („Krk“, „Baška“ i „Punat“) 2010. procijenjeno je na 810 grla s planiranim odstrjelom od 185 jedinki obaju spolova i svih razreda starosti. Što se medvjeda tiče, krčki lovci nisu mu poželjeli dobrodošlicu. Dok su prvog koji je dospio na otok još svibnja 1969. otrovali i spalili (!), idućih devet doživjelo je istu sudbinu. Da nisu samo manji primjerici preplivavanjem dospjeli na otok, svjedoči krupna medvjedica mase 170 kg, čije je krvno osvojilo zlatno odličje.

Laureatu odličje sv. Huberta

Uz novu knjigu, kako smo to najavili u naslovu, kolega Frković primio je i dva nova značajna priznanja. Prigodom proslave Dana Hrvatskog lovačkog saveza (HLS), kada je



Slika 3. Zlatno lovačko odličje s likom sv. Huberta izrađeno je od plamenitih metala i pozlate reljefnog prikaza lika mladog lovca sa psom i jelenom s rogovljem, između kojih se ističe iluminirani križ, simbol kršćanstva

prije gotovo devet desetljeća osnovan Savez lovačkih društava za Hrvatsku i Slavoniju (1925.), preteće današnjeg HLS-a, u Zagrebu je u prostorijama Saveza 12. prosinca 2014. dvadesetpetorici lovaca i lovačkih dužnosnika iz svih naših županija predsjednik Đuro Dečak uručio najviše, zlatno odličje sv. Hubert. Među laureatima, uz kolege Božidara Terzića, dipl. ing. šum. iz Požeško-slavonske županije i Roberta Laginje, dipl. ing. šum., našao se i naš kolega Frković, koji su, kako je to u pozdravnom govoru obrazložio čelnici naše stožerne lovačke organizacije „svojim radom i zaslugama ostvarili značajan napredak i dali golem doprinos razvoju i unapređenju hrvatskog lovstva u zemlji i inozemstvu“. Da je to naš slavljenik kolega Frković zaista i zaslužuje, spomenut ćemo ne samo na stotine publiciranih popularnih, stručnih i znanstvenih članaka objavljenih u *Lovačkom vjesniku*, *Prirodi*, mjesecačniku Hrvatskog prirodoslovnog društva, *Šumarskom listu* (u posljednjih dvadeset i pet godina u našem staleškom glasilu objavio je 170 članaka!), slovenskom *Lovecu*, *Veterinarskoj stanici* i drugim časopisima i zbornicima, nego i preko dvadeset knjiga i brošura uglednih nakladnika. Posebno se baveći praćenjem i izučavanjem krupnih predatora (pod mentorstvom prof. dr. sc. Đure Hubera) te ocjenjivanjem lovačkih trofeja, napisao je i objavio četiri male monografije o divljači i zaštićenim životinjskim vrstama Gorskog kotara: *Smedž medvjed* (2002.), *Ris* (2003.), *Vuk* (2004.) i *Divokoza* (2009.), tri priručnika za ocjenjivanje lovačkih trofeja i *Naše trofejno blago* (2005.) te dvije spomen knjige – *Osamdeset godina pod Hubertusom*, 2005. (u suautorstvu sa dr. sc. Stjepanom Sršanom) i *Naših 75 godina* posvećenoj njegovoj matičnoj lovorovoj 61 u Zagrebu.



Slika 4. Nagrađeni lovci i lovni djelatnici u društvu s predsjednikom Hrvatskog lovačkog saveza na terasi lovačkog doma u Nazorovoj 61 u Zagrebu

Foto: Ivica Stanko



Slika 5. Povodom obilježavanja Međunarodnog dana planina u Opatiji je 11. prosinca 2014. predstavljena spomen-knjige o Aktivu za zaštitu ptica „Sjenica“ Crni Lug. Zdesna: župan Primorsko-goranske županije Zlatko Komadina, direktorica Javne ustanove „Priroda“ Rijeka Sonja Šišić i autor.

Foto: Marko Randić

vačkoj organizaciji u povodu 75. obljetnice Lovačko-ribarskog udruženja Fužine i 40- godišnjice rada i djelovanja LD-a „Srnjak“ Fužine – Lokve. Svojim opširnim monografskim djelom *Tetrijeb gluhan u Gorskem kotaru* (2012.) koje, „kao prva monografija o tetrijebu gluhanu u Hrvatskoj predstavlja vrlo vrijedan izvor podataka, osobito povjesnih, za buduće radove o ovoj vrsti“ (dr. sc. Vesna Tutiš). Već kao umirovlenik član je Uredništva i najplodniji suradnik monografije „*Lovstvo*“ (urednik prof. Mustapić) Hrvatskog lovačkog saveza, koji mu povodom stotinu godina kontinuiranog izlaženja svog mjeseca 1993. tiska opširnu *Bibliografiju Lovacko-ribarskog vjesnika 1892–1991.*, obima 472 stranice. Kako je ime kolege Alojzija Frkovića kao stručnjaka za lovstvo, povjesničara lovstva i publicista uvršteno u *Hrvatski biografski leksikon* (1998.) i *Hrvatsku enciklopediju Leksikografskog zavoda Miroslav Krleža Zagreb* to ga se s pravom, kada je u pitanju pisana riječ, stavljaju uz bok naših šumara velikana poput Josipa Ettingera (1822–1908), Frana Ž. Kesterčaneka (1856–1915), Zlatka Turkalja (1885–1971), Ive Čeovića (1886–1971) i drugih.

Prva nagrada „Gorančice“

Od više dosadašnjih osvojenih priznanja i nagrada koje svake godine dodjeljuje „*Goranski Novi list*“ u sklopu književne nagrade *Gorančica* namijenjene književnim djelima nastalim na području Gorskog kotara ili vezanim uz Gorski kotar, na svečanosti u Ravnoj Gori 9. travnja 2015. naš je slavljenik dobio još jedno priznanje – prvu nagradu za već spomenutu knjigu „*U Crnom Lugu više nema prački*“

Kolega Frković rođen je u Vratima 20. svibnja 1934. Završivši u Zagrebu gimnaziju i diplomiravši na netom osamostaljenom Šumarskom fakultetu 1960.g. gotovo cijeli radni vijek proveo je u svom rodnom Gorskem kotaru, pretežito radeći na poslovima lovstva. Umirovljen je 2000.g. u svojstvu sa-vjetnika za lovstvo Direkcije Hrvatskih šuma. Živi u Rijeci.

Ovaj prikaz završit će riječima književnika, i neko kraće vrijeme glavnog urednika *Lovačko-ribarskog vjesnika*, Danka Angjelinovića (1891–1963) upućenim jednom drugom lovnom djelatniku i slavljeniku, a koja u cijelosti vrijedi i za našeg kolegu Frkovića: „Zaista plodna je i vidna, korisna i duboka brazda što je zaora svečar u našem stručnom i publicističkom polju, i on može s puno ponosa da se pod sijede kose osvrne na nju i da nas i sebe obraduje obilnom žetvom“.



Slika 6. „Gorančica“ 2014. – prva nagrada

OSKORUŠA: VAŽNOST, UPORABA I UZGOJ

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Pod ovim naslovom nedavno je iz tiska izšla knjiga – sveučilišna monografija o domaćoj oskoruši. Autori djela su doc. dr. sc. Damir Drvodelić, prof. dr. sc. Tomislav Jemrić i prof. dr. sc. Milan Oršanić. Tomislav Jemrić je profesor na području voćarstva na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Recenzenti knjige su akademik Slavko Matić, prof. dr. sc. Jurij Diaci (Biotehnička fakulteta Univerze u Ljubljani) i izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić (Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu). Lektorica je Mirjana Zec, a korektori doc. dr. sc. Damir Drvodelić i prof. dr. sc. Tomislav Jemrić. Izdavač je Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, a grafičku pripremu i tisk obavila je tvrtka Denona d. o. o. Zagreb. Knjiga je obima 182 stranice, obogaćena je brojnim slikama i tablicama, a uz predgovor sastoji se od gradiva podijeljenog u 16 poglavlja.

U **Predgovoru** autorи ističu da je glavni razlog pisanja monografije zanemarenost oskoruše kao izuzetno važne biljne vrste, a to ih je potaklo da ukažu na njenu vrijednost i to s raznih gledišta. Nadalje, izrazili su zahvalnost svima koji su im pomagali i davali podršku tijekom višegodišnjih istraživanja oskoruše i pisanja monografije. Na kraju ističu da se nadaju da će monografija poslužiti kao poticaj vrednovanju oskoruše.

Slijedi najkraći mogući prikaz sadržaja pisanog teksta po poglavljima.

Uvod. Uvod započinje emotivnim stihovima o oskoruši. Slijedi povjesni prikaz značenja oskoruše u našim krajevima od 1240. godine, veze s ljudima: prezimena i nazivi mjesta, njenom mjestu u književnosti i drugo. K tomu autorи ističu da u drugim zemljama oskoruša ima puno veće značenje nego u nas. Veći dio uvodnog teksta odnosi se na pojašnjenje sadržaja materije u pojedinim poglavljima. Ističu da je monografija namijenjena proizvođačima, studentima i svima koji žele više znati o oskoruši.

Botanička pripadnost oskoruše. Autorи navode da je oskoruša (*Sorbus domestica* L.) članica roda *Sorbus* L. Vrlo su precizno i detaljno naveli podjelu roda *Sorbus* L. na podrođove i sekcije uz opis glavnih značajki.

Podrijetlo roda Sorbus L. U kratkom tekstu navode kako su se vrste roda *Sorbus* L. iz jugoistočne Azije širile diljem svijeta, da je jarebika bila rasprostranjena na području Škotske još prije 8500 godina. Na kraju navode 13 vrsta roda *Sorbus* L. u Hrvatskoj.

Dendrološki opis oskoruše. Dan je klasičan opis vrste i dvije forme, uz isto tako kratke navode ekoloških zahtjeva.

Monumentalna stabla oskoruše u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Navedeni su vrlo zanimljivi podaci (opisno i tabelarno) o starim stablima vrlo velikih promjera u nekoliko europskih zemalja, a posebno o dva stabla u Hrvatskoj.

Rasprostranjenost oskoruše u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Naveden je opći i glavni areal oskoruše, a posebno njena rasprostranjenost u Hrvatskoj. Autori ističu da u cijelom arealu oskoruša pripada u rijetke vrste i da pojedini autorи pišu da ju je potrebno uzgajati, da se oskoruša posljednjih nekoliko desetljeća istražuje i da je problem podignut na međunarodnu razinu.

Povijest uzgoja oskoruše. Ovo je posebno zanimljivo poglavje. Autorи su vrlo pregledno opisali uzgajanje oskoruše u vremenu nekoliko stoljeća prije nove ere do današnjih dana. U davnim vremenima glavni razlog uzgoja bio je uporaba plodova i drugih dijelova u medicinske i hortikultурne svrhe. Stari autorи su davali upute o njenom uzgoju i ekološkim zahtjevima. Slijedi dugi prekid zanimanja za oskorušu sve do renesanse kada se pojavljuju slike i njeni opisi u knjigama. U 18. i 19. stoljeću više autora je ukazivalo na potrebu uzgoja oskoruše. Posebne zasluge za očuvanje oskoruše kao ugrožene vrste pripadaju Ottu Lincku, kojemu su za rad i zasluge u Güglingenu otkrili spomen obilježje i izdali knjigu s njegovim izabranim spisima.

Uporaba oskoruše. Autorи su ovo poglavje podijelili u četiri podpoglavlja. U prvom upućuju kako oskorušu sačuvati u šumama, svojstvima i uporabi drva u prošlosti, te napominju kako bi se moglo koristiti u budućnosti. U drugom, vrlo kratkom podpoglavlju, ističe se ukrasna vrijednost oskoruše. Treće podpoglavlje je vrlo značajno, jer se u njemu govori o uporabi oskorušinih plodova. Detaljno je prikazan kemijski sastav i morfološke značajke, a posebno ljekovitost plodova. U četvrtom se govori o ekološkoj vrijednosti oskoruše.

Ekološki zahtjevi oskoruše. Ovo se poglavje sastoji od tri podpoglavlja. U prvom su navedeni rezultati istraživanja nadmorskih visina i ekspozicija na kojima raste oskoruša u Republici Slovačkoj, nekim mediteranskim i europskim zemljama. Istaknuto je da u Hrvatskoj stabla oskoruše rastu blizu mora na prosječno malim, a u unutrašnjosti nešto većim nadmorskim visinama, za razliku od europskih zemalja, npr. Španjolskoj gdje dolazi do 1400 m. U drugom



Oskoruša je vrijedno drvo prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. U prošlosti kao dio šumskega ekosustava bila je ravnopravni član šumskih zajednica i služila je za hrano i ogrev. Danas ju je čovjek kultivirao zbog vrijednih proizvoda za jelo i ostale potrebe. Budućnost joj pripada jer je farmaceutska industrija prepoznala njezinu ljekovita svojstva.

akademik Slavko Matić

Ova je monografija znacajna jer naglašava višenamjensku ulogu oskoruše, osobito kao plodonošne vrste i vrste drveća prilagođene promjeni klime s visim temperaturama i češćim sušnim razdobljima. Knjiga je pisana jednostavnim, razumljivim jezikom i namijenjena je studentima, praktičarima i istraživačima u sumarstvu i srodnim prirodnim znanostima, kao i vlasnicima sumi i poljoprivrednih zemljišta koji su zainteresirani za osnivanje sastojina i voćnjaka oskoruše. Knjiga će doprinijeti ponovnom ozivljavanju oskoruše, manjinskom i u Europi ugrozrenom vrstom drveća, koja ima znacajnu ulogu u hrvatskoj kulturi, narodnoj medicini, prehrani, sumarstvu i vocationu.

prof. dr. sc. Jurij Diacić

Monografija Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj objedinjuje informacije i znanstveno-stručna istraživanja o oskorusi, a poseban je doprinos autora u tome što su oskorusu opisali iz perspektive šumske i voćne vrste. Tekst je potkrijepjen većinom autorskih fotografija koje su rezultat dugogodišnjega rada autora u području sumarstva, dendrologije i vocationa, cime se potvrđuje izvornost ovog djela.

izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojević



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET

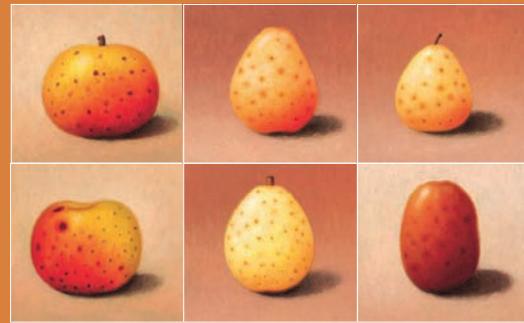


DAMIR DRVODELIĆ • TOMISLAV JEMRIĆ • MILAN ORŠANIĆ

Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj

Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj

DAMIR DRVODELIĆ • TOMISLAV JEMRIĆ • MILAN ORŠANIĆ



podpoglavlju navedene su biljne zajednice (pretežno bukove i hrastove) za koje je vezana oskoruša. U nekim zemljama najčešće dolazi u vinogradima i voćnjacima. Većinom raste na tlima bogatim vapnom, u aridnim područjima, uglavnom u uvjetima koji odgovaraju uspijevanju vinove loze. Na kraju se daje preporuka za njen uzgoj u našim šumama. Što se tiče klime i tla autori u trećem podpoglavlju ukazuju da je oskoruša termofilna, heliofilna i kalcifilna vrsta koju bi za plodove trebalo uzgajati na umjereno kiselim tlima slabije plodnosti.

Razmnažanje oskoruše. Ovo je vrlo važno i najopširnije poglavlje koje se sastoji od tri podpoglavlja. Na početku autori navode da se oskoruša može razmnažati generativno, vegetativno i izdancima, a i kulturom tkiva. Zatim iznose detaljne podatke stranih autora i proistekle iz vlastitih istraživanja o sakupljanju i čuvanju sjemena, apsolutnoj težini, svojstvima, broju sjemenki u plodu (punih i šturih), odnosu mase ploda i sjemena, o vitalnosti, dormantnosti i kako se savladava, klijavosti, sjetri i drugim korisnim značajkama. Slijede upute o razmnožavanju oskoruše zelenim reznicama, cijepljenjem i izdancima iz korijena.

Rasadnička proizvodnja sadnica oskoruše. Na početku ovog poglavљa autori upozoravaju na uspjeh rasadničke proizvodnje oskoruše i predlažu osnivanje klonskih sjemenskih plantaža, a čitavu problematiku opisuju u tri podpoglavlja. Ukazuju na sjetu nestratificiranog i stratificiranog sjemena, način, dubinu i vrijeme sjetve, malčiranje i

druge čimbenike. Zatim ukazuju na nedostatak uzgoja sadnica uz potporanj i u polusjeni, te na visinski porast i debjinu vrata korijena s obzirom na uvjete rasta i porijeklo sjemena. Posebno se opisuju prednosti sjetve i uzgoja sadnica u kontejnerima, školovanju i presadnji razvijenih sadnica. U obzir je uzeta i zaštita sadnica te utjecaj mikoriznih gljiva na kakvoću kontejnerskih sadnica, a u svezi s tim dosta su podataka naveli o utjecaju huminskih kiselina i mikroorganizama na kakvoću kontejnerskih sadnica. Pri kraju iznose podatke o preživljavanju sadnica s obzirom na porijeklo i način uzgoja. Konačno navode kako se sadnice oskoruše proizvode cijepljenjem.

Uzgajanje oskoruše. Poglavlje se sastoji od četiri podpoglavlja. U prvom, vrlo kratkom, se sugerira da bi uz postojeće sorte bilo dobro stvarati i domaće. Zatim vrlo opširno pišu o podizanju i njezi mješovitih šumskih plantaža oskoruše (obrada tla, sadnja, korovi, broj sadnica/ha, razmak sadnje, zaštita, popunjavanje, a naročito prorjede). Napominju da je sve veća potražnja za visoko kvalitetnim drvom oskoruše. U cilju proizvodnje plodova oskoruše se sade na većim razmacima, uz potporanj i više sorata istovremeno. Nadalje govore o razlikama proljetne i jesenske sadnje, pripremi tla, gnojenju, načinu sadnje itd. Najčešći uzgojni oblici oskoruše su obična i popravljena piramida (glavna je razlika u broju osnovnih grana krošnje) i oblik vase. Autori detaljno opisuju način rezidbe krošnja tih uzgojnih oblika, a zatim se osvrću na redovitu rezidbu, na rod, kako se odr-

žava tlo u nasadu i zaštitu voćnjaka od štetnih kukaca i gljiva. Poglavlje završava podacima o rodnosti oskoruše. Navode da oskoruša u uzgoju redovito rađa i da prinosi mogu biti do 18 t/ha.

Berba i čuvanje plodova. Čitatelje se upućuje da se berba obavlja kad plodovi postignu svjetlozelenu do žutozelenu boju. Nakon branja slijedi postupak mediranja, a mogu se i sušiti (na sunci ili u sušari) ili držati u hladnjaku.

Pravci razvoja uzgajanja oskoruše u Republici Hrvatskoj. Daje se poticaj za popularizaciju oskoruše i sugestija da se počne istraživati sa svih gledišta uzgoja.

Oskoruša u mitovima, legendama, narodnim vjerovanjima, snovima, književnim djelima i filateliji. Naslov ovog poglavlja govori da je oskoruša duboko ukorijenjena u životu čovjeka. Autori iznose prekrasne napise o tome kod raznih naroda koji će oduševiti svakog čitatelja. Svi možemo biti ponosni da su naši slavni književnici pisali o oskoruši. Autori navode 7 pjesama, a isto tako ističu da su i drugi pisali bajkovite priče o oskoruši. Posebno je vrijedno znati da se oskoruša pojavljuje na domaćim i stranim poštanskim markama.

Proizvodi i hrana od oskoruše. Ovo je korisno poglavlje za sve koji se bave kulinarstvom. Autori navode da se jedu sirovi plodovi, da se od njih mogu priređivati razni proizvodi, a od suhih kompoti ili čajevi. Za te svrhe naveli su

priličan broj recepata koji će sigurno dobro doći ljubiteljima ukusnog, zdravog jela i napitaka koje mogu prirediti od plodova oskoruše.

ZAKLJUČAK

Monografija **Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj** po obimu nije velika ali su u njoj navedeni podaci iznad svih očekivanja. Može se reći da vrvi korisnim podacima o izuzetno vrijednoj domaćoj oskoruši. Očito je da je ovo djelo nastalo kao rezultat višegodišnjih istraživanja i detaljnog proučavanja napisa brojnih autora o čemu svjedoči popis literature od 116 djela i 9 mrežnih stranica. Za istaknuti je da je svaki dio opisan sveobuhvatno i što je najvažnije s jasnim povezivanjem svih čimbenika. Upravo to daje posebnu kvalitetu djelu. Vrlo su značajne i mnoge sugestije koje se tiču poziva na istraživanje, uzgoj i korištenje oskoruše, ne samo kao vrijedne voćkarice, nego i kao člana biljnih zajednica. Bez sumnje ova knjiga ima posebnu vrijednost za uzgajivače, biologe, znanstvenike, farmaceute, povjesničare i sve koji se zanimaju za sklad i ljepotu prirode. Upravo takve ili slične poruke uputili su i recenzenti, što se može pročitati na zadnjoj korici knjige. Ovu knjigu preporučam za stjecanje znanja o oskoruši, za učenje povijesti, za uživanje u književnim opisima i svim dobrima koja nam nudi oskoruša.

Autorima upućujem čestitke, zadivljen njihovim djelom.



LOVSTVO BJELOVARSKOGA KRAJA OD 1974/75. DO 2010/11. LOVNE GODINE

Josip Knepr, dipl. ing. šum.

UVOD

Godine 1974. povodom stote godišnjice organiziranog šumarstva ovoga kraja, tiskana je monografija pod naslovom „STO GODINA ŠUMARSTVA BILOGORSKO P ODRAVSKE REGIJE“. U monografiji je opisano i lovstvo na širem području, obuhvaćajući i Podravinu. Tada je šumarstvo bilo organizirano u dvije radne organizacije, u Šumsko gospodarstvo „Mojica Birta“ u Bjelovaru i Šumsko gospodarstvo Koprivnica, a oba gospodarstva bila su udružena u Združeno šumsko poduzeće sa sjedištem u Bjelovaru. U okviru šumarstva gospodarilo se s velikim površinama državnih (tada zvanih privrednim) lovištima. Što se tiče gospodarenja u lovištima, ulaganjima u lovišta i prihodovanja, ovisilo je o organizacionim promjenama šumarstva. Aktivnosti su varirale od dobrog do jedva održivog, kako u kojem razdoblju.

U monografiji 1974. godine lovstvo je obrađeno samo opisno, ponajprije s povijesnog gledišta, bez numeričkih podataka o fondovima, uzgoju, odstrjelu, uginuću divljači i slično.

U ovom radu ti podaci će biti prikazani i numerički u tablicama 1. do 9., kako za državna, tako i za zajednička lovišta na području Bjelovarsko bilogorske županije. Valja nglasiti da je za prikupljanje podataka kojim se započelo 2011. godine i obradu tih podataka trebalo više od dvije godine, što je razlog objave podataka s vremenskim odmakom. Podaci prikazani u tablicama odnose se na razdoblje od 1996. do 1997. godine do zaključno 2010 / 11. lovnu godinu, a prikazuju stanje u vlastitim (državnim) i zajedničkim (županijskim) lovištima. U tom periodu od četrnaest godina mijenjale su se osobe koje su brinule o provedbi LGO i vođenju evidencija, pa je iz nekih lovišta bilo poteškoča u pridobivanju traženih podataka.

Kretanja u lovstvu od 1974. do 1996. godine prikazana su opisno, a od 1996. nadalje i numeričkim podacima.

Svi podaci su prikupljeni anketiranjem na tipiziranim obrascima koji su obuhvaćali sve relevantne aktivnosti iz propisanih evidencijskih koje se vode u svim lovištima. Kao što je vidljivo iz tablica, prikazani su proljetni fondovi za gospodarske vrste divljači (tablica 1.), proljetna brojna sta-

nja ostalih vrsta (tablica 2.), odstrjel gospodarskih vrsta divljači (tablica 3.), odstrjel ostalih vrsta (tablica 4.), unos žive divljači (tablica 5.), divljač uginula u lovištu i stradalna prometnicama (tablica 6.), usporedni pokazatelji (1996 naprava 2010. godina) o površinama, proljetnim brojnim stanjima u lovištu, odstrjelu, uginuću divljači (tablica 7. i 7. nastavak) lovno tehničkim i lovno gospodarskim objektima, broju lovaca i djelatnika u lovstvu (tablica 8.), neke od zaštićenih vrsta faune (tablica 9.).

USTROJSTVO LOVSTVA I GOSPODARENJE LOVIŠTIMA

Od 1974. do 1996. godine u lovištima lovačkih društava nije bilo značajnijih promjena u granicama i površinama lovišta. U „privrednim“ lovištima bilo je češćih promjena ovlaštenika prava lova. Prema prikupljenim podacima od 1974. godine do 1994. godine lovačka društva gospodarila su u 35 lovišta, a bila su članice Općinskih lovačkih saveza (Bjelovar, Čazma, Daruvar, Garešnica, Grubišno polje). U tom vremenu malim brojem privrednih lovišta gospodarilo je šumarstvo. Zbog boljeg razumijevanja stanja u tom vremenu, nužno se vratiti malo unazad. Šumsko gospodarstvo je gospodarilo velikim površinama lovišta sve do 1968. godine; lovištima na Bilogori, Psunj, Papuku, Garjevici, a u nizinskim šumama; Zdenački gaj, Česma i Žabljački lug. Godina 1968. bila je odlučujuća za gospodarenje tim lovištima pod upravljanjem šumskog gospodarstva. Lovišta su predana općinama na raspolaganje. Glavni razlog odustajanja od lovišta bile su nerealno prikazane štete od divljači. Stvarne štete bile su daleko manje, ali je pritisak od strane općina, posebice općine Grubišno Polje, da se te nestvarne štete isplate seljacima bio toliko snažan, da se to nije moglo podnijeti.

Nakon toga je dio privrednih lovišta dodijeljen lovačkim društvima, a veći dio raznim lovo zakupnicima. Naime, u to vrijeme pa sve do 1994. godine Skupštine općina imale su ovlasti dodjeljivati lovišta na gospodarenje. Tako je lovištem „Bjelovar“ gospodario „Generalturist“ iz Zagreba do 31. 12. 1978. godine, a potom Šumsko gospodarstvo iz Bjelovara. Lovištem „Garjevica“ (zapadnim dijelom) gospodario je također „Generalturist“ do 30. 06. 1975. godine,

a potom ugostiteljsko poduzeće „Slavija“ iz Čazme do 31. 12. 1987. godine. Od 1.1. 1978. do kraja 1993. godine tim lovištem je gospodario „Čazmatrans“ iz Čazme. Čestim promjenama gospodara u pojedinim lovištima dugoročno je štetilo lovstvu. Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske u lovstvu se događaju značajnije promjene. Povjerenstva Ministarstva šumarstva i poljoprivrede rade na rajonizaciji državnih lovišta, predlažu okrugnjavanje površina za jelena običnog i svinju divlju, a županijska povjerenstva rade na formiranju lovišta za zajednička lovišta. Izrađene su lovno gospodarske osnove i konačno 1996. godine imamo jasnu sliku lovišta.

Zadnja godina obrađenih podataka je za 2010/11. lovnu godinu, a stanje je bilo sljedeće:

VLASTITIH (državnih) lovišta 15 s površinom od 110.736 hektara

VLASTITIH uzgajališta (ribnjaci) 4 s površinom od 2.493 hektara

ZAJEDNIČKIH lovišta 43 s površinom od 163.819 hektara

Godine 1994. ukidaju se Općinski Lovački savezi i osniva se Lovački savez Bjelovarko – bilogorske županije, a dodatašnji općinski savezi postaju lovni uredi.

Osim lovačkih društava, koja gospodare lovištima na području BBŽ-je, registrirano je i devet udruga bez lovišta. U te udruge je učlanjeno 167 lovaca. To su uglavnom lovci koji zbog raznih razloga; poodmakle dobi, nemogućnosti obnašanja obveza u lovištu, specifičnosti posla i slično, nisu u mogućnosti biti članovi lovačkih društava s lovištima. Te udruge imaju svoja tijela, akte, statut kao i svaka druga udruga i članice su ŽLS-a i HLS-a.

O DIVLJAČI, DRUGIM ŽIVOTINJSKIM VRSTAMA I KVALITETI STANIŠTA

Nužno je naglasiti da su sve životinjske vrste u prirodi jednako važne s gledišta održivosti i ravnoteže u prehranbenom lancu. Posebno je zabrinjavajuće što se brojno stanje nekih vrsta drastično smanjuje, a neke su gotovo i nestale. Nasuprot tomu možemo biti zadovoljni zbog povećanja broja krupne divljači. Sagledavajući cijelu regiju BBŽ-je, prema prikupljenim podacima s terena, bilježimo:

- povećanje broja kod populacije jelena običnog, svinje divlje, goluba grivnjaša, prepelice pučpure, a u nekim lovištima i srneće divljači,
- opadanje broja kod populacije zeca, fazana, dok je trčka gotovo nestala s ovih terena.

Posebice za nestanak trčke nema nikakvih opipljivih čimbenika već samo pretpostavke. Ostala pernata i dlavaka divljač obitava u približno istom broju kao i prijašnjih godina.

- Od grabežljivaca, u povećanju broja je kuna bjelica, mačka divlja je u blagom porastu, a lisica, vrana, svraka i šojka u podjednakom broju.
- broj jazavaca je također u blagom porastu,
- ptice pjevice su u znakovitom opadanju brojnosti, što je zabrinjavajuće. Sitna divljač, vodozemci, gmazovi i razni kukci su svoja skloništa i hranu nalazili uz vodotoke, koji su pretvoreni u ogoljele, pravocrtne kanale, bez života.

Ovaj problem, ne samo zbog ružne interpolacije u krajobraze, nego zbog mnogih, više štetnih nego korisnih čimbenika, nužno je sagledati interdisciplinarno i kvalitetno riješiti. Prema dostupnim podacima s terena, na području BBŽ-je, takvih vodotoka, koji su pretvoreni u kanale ima više od 400 kilometara!

Ptice duplašice bilježimo također u padu brojnosti. Vjeverica je vrlo rijetka u prirodnim šumama, nešto malo ju nalazimo u parkovima. U novije vrijeme, 1966. godine, obrađovali smo se dabru koji je zaplovio hrvatskim vodama i do danas se uspješno proširio diljem sjeverozapadne Hrvatske. Neoprostivo bi bilo izostaviti još neke zaštićene vrste, posebice zbog toga što neke od njih ne uživaju tu zaštitu koju propisuju usvojeni zakoni i međunarodno potpisane deklaracije.

Neke od tih vrsta, na svu sreću još obitavaju na promatranom terenu, a mnoge su u malom broju ili nestale, na primjer: orao štekavac, orao ribić, jastreb kokošar, škanjac mišar, kobac, vjetruša, svračak rusi, zlatovrana, pupavac, vodomar i mnogi drugi.

S obzirom da su navedene vrste zaštićene, prema njima bi se tako trebalo i odnositi. No, koliko je znano, u praksi, ne mali broj lovaca ne pridržava se odredbi o zaštiti tih vrsta, iako su lovci na sebe preuzeli obveze zaštite i brigu o zaštiti prirode i njenih sastavnica u cjelini.

Unazad nekoliko desetljeća dogodilo se niz poremećaja u prirodi, posebice na poljoprivrednim površinama.

Evidentno je povećanje poljskih i šumskih miševa i voluharica, a u ruralnim sredinama štakora. Važni korektori brojnog stanja tih glodavaca su škanjci i sove, a njih je sve manje. Zamjenu nalazimo u rododendridima kojima neposredno uništavamo nepoželjne, a posredno korisne pripadnike faune koji se truju konzumiranjem zatrovanih uginulih glodavaca.

Mnoge vrste ptica, sitne divljači, gmazova, kukaca, riba stradaju na razne načine. Paljenjem korova, nesavjesnom uporabom pesticida, košnjom livada i žitarica bez uporabe plastičnih posuda, sve više se osiromašuje naš okoliš. Mnoge države rade na opremanjivanju svojih krajobrazova, čak i vraćanjem reguliranih vodotoka u stare meandre, potiču održavanje malih oaza, živica i solitarnih stabala na većim poljoprivrednim kompleksima, a naša država, koja olako potpisuje razne me-

đunarodne dokumente o zaštiti prirodnog blaga, dozvoljava na primjer krčenje tisuća kilometara malih vodotoka, ostavljajući za sobom apokaliptične prizore. Autor ovoga članka je posebno kritičan na dosadašnji način reguliranja vodotoka i smatra da on nije dobar. Upitno je koliko koristi od takva rada, osim crpljenja novca iz državnog proračuna. Naime, logično je da krivudavi potok pretvoren u pravocrtni kanal, povećava brzinu otjecanja voda u veće vodotoke, pa time nizvodno povećava i opasnost od poplava većih razmjera. Sve što je navedeno o vodotocima u ovom članku odnosi se na područje na kojem je radio i boravi autor.

LOVNI TURIZAM

Postepena aktivnost lovnog turizma ovoga kraja počinje šezdesetih godina prošloga stoljeća. U to vrijeme tadašnja SFRJ bila je gotovo jedina država koja je otvorila granice stranim lovcima, dok su ostale socijalističke države u našem okruženju bile još dugo zatvorene ili iznimno i selektivno dozvoljavale ulazak stranim lovcima sa zapada. Tada je u lovištima ovoga kraja obitavao zavidan broj sitne i srneće divljači. Jelenska divljač i svinja divlja obitavali su uglavnom u državnim lovištima. Sedamdesetih godina prošloga stoljeća, lovni turizam počinje opadati, što zbog otvorenih granica susjednih zemalja, ali i zbog postepenog opadanja broja sitne divljači.

Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske, završnog formiranja lovišta između 1994. i 1996. godine, lovni turizam na jelensku, srneću divljač i svinju divlju se nastavlja, uglavnom u lovištima koja su povjerena na gospodarenje „Hrvatskim šumama“. Lovištima krupne divljači koja su zakupljena na deset godina ili koncesijom na duži rok gospodare fizičke osobe ili tvrtke, a u tim lovištima je lovni turizam sa stranim lovcima manje izražen, jer lov služi za vlastiti užitak i reprezentaciju, te za prodaju ili vlastitu preradu mesa divljači.

OSTALE AKTIVNOSTI I INFRASTRUKTURA U LOVIŠTIMA

U zajedničkim lovištima odvijaju se razne aktivnosti koje oplemenjuju lovstvo i stanje u lovištima:

- za poboljšanje fonda zeca izgrađena su dva kavezna uzgajališta zeca divljeg, kapaciteta 800 jedinki,
- kinologija je na zavidnoj razini, a više od 800 čistokrvnih pasa oplemenjuje lov i smanjuje gubljenje divljači u lovnu,
- poštujući propise o higijeni i ispravnosti mesa za ljudsku ishranu izgrađeno je desetak hladnjaka i prostorija za rasijecanje i obradu divljači,
- na osam uređenih strelišta lovci usavršavaju svoje vještine u gađanju kako bi bilo što manje ranjavanja divljači.

U državnim lovištima postoje najsuvremeniji objekti za hlađenje, rasijecanje i obradu mesa divljači.

KOMENAR UZ PRILOŽENE TABLICE

U svim tablicama, za svaku lovnu godinu načinjena su dva retka. Brojke u brojniku se odnose na državna, a u nazivniku na zajednička (županijska) lovišta.

Tablica 1. Kod proljetnog stanja gospodarskih vrsta divljači vidljiv je porast brojnog stanja u populaciji jelena običnog, svinje divlje, blagi porast u populaciji srne, lopatara, muflona, prepelice pučpure i goluba grivnjaša. U padu brojnosti bilježimo zeca i liske crne. U vlastitim lovištima fazan je u padu brojnosti, a u zajedničkim lovištima obitava u podjednakom broju koji također nije zadovoljavajući. Patka u zajedničkim lovištima zadržava brojnost, a u vlastitim je u padu brojnosti.

Tablica 2. U ovoj tablici vidimo blagi porast ili uravnoteženo brojno stanje kod jazavca, divlje mačke, porast broja kod kune bjelice, a lisica, vrana, svraka, šojka i ondatra su u podjednakoj brojnosti ili blagom padu. Dabar kao nova vrsta povećava brojnost svoje populacije.

Tablica 3. Porast odstrjela jelena običnog, srneće divljači, svinje divlje, prepelice pučpure i goluba grivnjaša je usklađen s povećanjem proljetnih brojnih stanja te divljači.

Kod lopatara, muflona, šljuke, patke i liske također vidimo kontinuitet u broju odstrijeljene divljači. Broj odstrijeljenih zečeva je u padu, a kod fazana varira, ovisno o broju unesenih fazana u lovišta. Trčke gotovo i nema. Ono malo evidentiranog odstrjela je rezultat pokušaja unosa trčaka u lovište.

Tablica 4. Broj odstrijeljenih jedinki lisice, svraka, vrana, šojke, ondatre i tvora je u padu, a kod ostalih vrsta je uravnotežen zadnjih godina. Lasica mala se ne odstrijeljuje nakon prelaska u zaštićenu vrstu.

Tablica 5. Zec i trčka su unošeni u zajednička lovišta, fazan većim brojem u zajednička lovišta, a ostale vrste samo u državna lovišta. Ispuštanje trčke i fazana nije pokazalo očekivane rezultate, jer je velik broj stradao što od grabežljivaca, što zbog loše pripreme terena za podivljavanje.

Tablica 6. Prikazani podaci u ovoj tablici su zabrinjavajući, pogotovo stradale divljači na prometnicama. Taj podatak se može uzeti kao stvaran. Međutim, podatak za uginulu divljač u lovištima je upitan, posebice kada se radi o srnećoj divljači, zecu i fazanu.??

Tablica 7, 7 nastavak i 8. Ove tablice sadrže usporedne podatke početne prema završnoj godini promatranja, kako bi se dobio uvid u dinamiku kretanja, bilo u pozitivnom ili negativnom smjeru.

Tablica 9. Životinske vrste pod zaštitom, kao i niz drugih koje nisu nabrojene, zaslužuju veću pozornost i prijateljstvo lovaca. Jastrebovi na primjer čine izvjesnu štetu da bi održali vrstu. Istina je da u mnogim lovištima imamo manje sitne divljači nego nekada, ali za takvo stanje nije kriv ja-streb i neke druge vrste nego mi sami – ljudi.

TABLICA 1. PROJETNO BROJNO STANJE GOSPODARSKIH VRSTA DIVLJAČI NA DAN 01. 04. U GODINI
 (za svaku godinu, brojka u brojniku odnosi se na državna, a u nazivniku za zajednička lovišta, „L“ = lovište, „R“ = ribnjak

BRUJ LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	GODINA	VRSTA DIVLJAČI										grenaš guska	patka	c. lisika	
			jelen	srna	lopatar	muflon	svinja	zec	fazan	trčka	prepelica	šljuka				
DRŽAVNO „L“ 16 „R“ 5	106.780 4.388	1996/97	951	1581	132	179	1522	1848	2337	130	800	200	190	—	2000	3000
		1997/98	78	3000	—	—	215	4919	6583	105	870	380	300	—	474	236
ZAJEDNIČKA L, 44	159.771	1998/99	975	1743	110	127	1553	1584	2433	200	915	127	160	—	2350	2880
		1999/00	63	3330	—	—	205	5107	7768	164	1260	280	320	—	923	367
		2000/01	958	1909	100	108	1649	1552	2138	186	1000	110	160	—	2400	2000
DRŽAVNO „L“ 15 „R“ 4	110.736 2.493	2001/02	907	2144	149	120	1849	1388	1866	60	1100	140	300	—	1660	760
		2002/03	91	3779	—	—	378	5330	7430	28	1460	410	340	—	870	240
		2003/04	856	2296	180	120	1785	1333	1826	50	900	170	300	—	1890	750
		2004/05	90	3711	—	—	295	5445	7839	22	1340	330	300	—	750	410
ZAJEDNIČKA L, 43	163.819	2005/06	898	2306	180	160	1864	1530	1965	20	1100	170	350	—	1720	900
		2006/07	84	3765	—	—	433	5770	8295	35	1350	330	340	—	860	460
		2007/08	989	2276	206	120	1950	1198	1574	40	650	190	300	—	1380	700
		2008/09	94	3674	—	—	218	5452	7976	32	1250	350	330	—	740	410
		2009/10	1263	2513	233	233	1694	1117	1414	16	760	170	290	—	1650	1260
		2010/11	1304	2459	227	223	1868	925	1453	10	1100	200	260	—	1920	1180
		2011/12	1330	2317	231	246	1351	1040	1474	10	900	180	300	—	1130	210
		2012/13	303	4254	—	—	723	3514	6584	65	2460	550	450	—	860	860
		2013/14	1440	2493	205	265	1579	1075	1570	10	1100	220	280	—	1690	820
		2014/15	334	4471	—	—	779	3576	6624	108	2510	520	700	—	1290	250
		2015/16	1360	2323	214	250	1149	888	1476	—	850	170	250	—	1680	860
		2016/17	344	4562	—	—	830	3768	6805	84	2430	440	710	—	1160	190
		2017/18	1468	2350	241	300	1403	876	1401	—	700	120	220	—	2000	580
		2018/19	341	4705	—	—	747	3554	6542	68	2160	400	710	—	1500	230

TABLICA 2. PROJETNO BROJNO STANJE OSTALIH VRSTA DIVLJAČI NA DAN 01. 04. U GODINI
 (za svaku godinu, brojka u brojniku odnosi se na državnu, a u nazivniku za zajedničku lovišta, „L“ = lovište, „R“ = ribnjak

BROJ LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	GODINA	jazavac	VRSTA DIVLJAČI - jedinke					dabar
				kuna	divlja mačka	lisica	svraka, vrana, šojska	ondatra	
DRŽAVNO“		1996/97	200	350	170	890	2900	1070	—
„L“ 16	106780	221	402	—	1575	6300	—	—	—
„R“ 5	4388	300	380	110	910	2900	1200	—	—
		214	400	—	1610	6850	—	—	—
ZAJEDNIČKA „L“		1998/99	260	420	90	900	2250	900	—
44	159771	1999/00	219	427	—	1705	6005	—	—
		190	430	90	850	2300	500	—	—
		240	456	—	1655	6420	—	—	—
		2000/01	146	270	60	330	1200	500	—
		220	570	240	1150	6990	—	—	—
DRŽAVNO		2001/02	130	280	70	350	1750	400	—
„L“ 15	110736	210	560	270	1150	4310	—	—	—
„R“ 4	2493	140	310	80	330	2000	520	—	—
		220	590	250	1260	4500	—	—	—
		130	290	80	340	1800	480	—	—
		2003/04	130	290	80	340	1800	480	—
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
		220	630	240	1170	4030	—	—	—
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
		2004/05	130	290	80	360	1480	600	8
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
		220	630	240	1170	4030	—	—	—
		2005/06	130	290	80	360	1480	600	8
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
		2006/07	130	290	80	360	1480	600	8
		220	630	240	1170	4030	—	—	—
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
		2007/08	130	290	80	360	1480	600	8
		220	630	240	1170	4030	—	—	—
		210	610	280	1300	4320	—	—	—
		150	340	90	340	1400	420	—	—
ZAJEDNIČKA L.	43	163819	2008/09	320	740	260	1000	3940	—
		2007/08	200	310	100	330	1500	490	20
		2009/10	330	800	270	1090	3900	—	50
		180	290	100	420	1500	520	26	67
		200	280	110	330	1300	500	38	38
		290	750	250	980	3940	60	60	60

TABLICA 3. ODSTREI GOSPODARSKIH VRSTA DIVLJACI

BROJ LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	GODINA	VRSTA DIVLAČI - jedinici														
			jelen	srama	lopatar	muflon	Svinja	Zec	fazan	trčka	prepelica	šljuka	grivnjaš	guska	patka	c.lijška	
DRŽAVNO „L“ 16	106780	1996/97	92	197	—	42	1108	165	910	—	260	56	84	—	5	—	
„R“ 5	4388	1997/98	4	490	—	—	95	629	3594	—	285	18	65	—	1765	755	
ZAJEDNIČKA „L“ 44	159771	1998/99	11	381	—	—	121	1144	5494	6	380	34	52	—	20	—	
ZAJEDNIČKA „L“ 44	1999/00	2000/01	180	307	—	70	1026	202	1121	—	42	—	13	—	25	—	
DRŽAVNO „L“ 15	110736	2001/02	10	607	—	—	168	1070	6227	64	245	16	14	—	872	524	
„R“ 4	2493	2002/03	235	358	—	100	1619	188	1403	—	96	29	48	—	30	—	
DRŽAVNO „L“ 15	110736	2003/04	4	68	—	—	176	906	6362	26	425	46	68	—	816	382	
ZAJEDNIČKA L. 43	163819	2004/05	303	457	40	63	1410	208	932	—	126	30	—	—	582	99	
ZAJEDNIČKA L. 43	2005/06	2005/06	22	894	—	—	195	964	6544	8	996	129	80	—	832	536	
ZAJEDNIČKA L. 43	2006/07	2006/07	17	880	16	93	1697	142	929	—	130	—	—	—	666	224	
ZAJEDNIČKA L. 43	2007/08	2007/08	186	489	76	60	2037	188	894	7758	4	1065	161	60	—	648	507
ZAJEDNIČKA L. 43	2008/09	2008/09	17	916	—	—	413	882	7412	—	1154	119	39	—	512	537	
ZAJEDNIČKA L. 43	2009/10	2009/10	201	525	66	42	1669	128	636	—	200	30	—	—	543	266	
ZAJEDNIČKA L. 43	2010/11	2010/11	15	877	—	—	615	833	6600	7	1167	105	39	—	509	567	
ZAJEDNIČKA L. 43	2011/12	2011/12	227	450	102	84	1702	119	849	—	30	—	—	—	769	285	
ZAJEDNIČKA L. 43	2012/13	2012/13	13	889	—	—	419	924	5286	9	867	125	44	—	515	532	
ZAJEDNIČKA L. 43	2013/14	2013/14	290	508	122	66	1440	101	515	—	171	5	14	—	214	168	
ZAJEDNIČKA L. 43	2014/15	2014/15	19	986	—	—	282	813	4505	10	1079	89	26	—	266	417	
ZAJEDNIČKA L. 43	2015/16	2015/16	313	498	74	49	1608	72	500	10	1017	155	50	30	184	386	
ZAJEDNIČKA L. 43	2016/17	2016/17	18	879	—	—	423	669	3817	—	2447	231	81	—	707	141	
ZAJEDNIČKA L. 43	2017/18	2017/18	46	1067	—	—	689	805	5334	—	2849	250	124	—	805	161	
ZAJEDNIČKA L. 43	2018/19	2018/19	406	669	99	80	1948	170	1061	14	1122	52	63	20	1190	663	
ZAJEDNIČKA L. 43	2019/20	2019/20	56	1157	—	—	822	859	5704	—	1978	177	132	—	601	172	
ZAJEDNIČKA L. 43	2020/21	2020/21	541	541	74	81	1804	144	974	15	920	12	48	12	1371	425	
ZAJEDNIČKA L. 43	2021/22	2021/22	70	1175	—	—	875	1006	6468	10	2729	186	145	10	587	169	
ZAJEDNIČKA L. 43	2022/23	2022/23	399	483	78	84	2054	206	613	10	814	—	12	—	1105	330	
ZAJEDNIČKA L. 43	2023/24	2023/24	69	1208	—	—	784	1020	5038	—	2695	173	900	—	900	191	

TABLJICA 4. ODSTREVL OSTALIH VRSTA DIVLJAĆI
(za svaku godinu, brojka u brojniku odnosi se na državna, a u nazivniku za zajednička lovišta, „L“ = lovište, „R“ = ribnjak

BROJ LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	GODINA	jazavac	VRSTA DIVLJAČI - jedinki					ondatra	tvor
				kuna	divljina mačka	lašić mala	lisica	svraka, vrana, šoška		
DRŽAVNO“		1996/97	21	39	12	2	251	397	–	10
„L“ 16	106780	13	87	37	–	–	888	nema podataka	332	24
„R“ 5	4388	17	36	8	4	285	571	–	–	13
		37	137	68	–	1088	nema podataka	60	42	42
AJEDNIČKA „L“		1998/99	24	50	4	12	310	465	–	22
44	159771	1999/00	19	136	9	–	1487	nema podataka	115	28
		38	52	18	11	162	444	–	–	44
		2000/01	9	31	25	–	279	124	10	–
DRŽAVNO		2001/02	66	145	109	–	1142	2236	–	–
„L“ 15	110736	10	22	17	–	–	209	332	20	–
„R“ 4	2493	63	218	90	–	–	1073	1793	26	–
		2002/03	6	43	21	–	251	329	–	–
		44	237	115	–	–	1161	1871	13	2
		2003/04	4	35	22	–	213	276	–	–
		43	265	116	–	–	978	1419	–	14
		2004/05	7	37	22	–	137	270	–	–
		49	232	75	–	–	1010	1746	19	8
		28	45	43	–	–	216	357	–	–
		2005/06	75	235	87	–	1027	1888	–	–
		28	52	42	–	–	254	627	75	5
		2006/07	82	243	97	–	1044	1719	22	12
ZAJEDNIČKA L.	43	163819	2007/08	56	45	–	242	638	60	5
		95	264	102	–	–	1337	1936	–	–
		24	71	61	–	–	247	682	64	9
		2008/09	106	422	132	–	1006	1966	18	–
		33	44	60	–	–	194	630	–	11
		2009/10	89	310	113	–	1242	1808	14	4
		25	36	48	–	–	185	496	–	3
		100	264	103	–	–	876	1543	20	–

TABLICA 5. UNOS ŽIVE DIVLJAČI U LOVIŠTA
 (za svaku godinu, brojka u brojniku odnosi se na državna, a u nazivniku za zajednička lovišta, „L“ = lovište, „R“ = ribnjak

BRJU LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	LOVNA GODINA	VRSTA DIVLJAČI - grla, repica, kljunova						lopatar	svinja divlja
			fazan	zec	trčka	divlja patka	jelen			
DRŽAVNO“		1996/97	800	—	—	—	—	—	—	87
„L“ 16	106780	1996/97	1755	—	—	—	—	—	—	—
„R“ 5	4388	1997/98	1720	—	—	—	—	—	—	45
3776		3776	—	—	—	—	—	—	—	—
DRŽAVNO“		1996/97	650	—	—	—	—	—	—	42
„L“ 16	106780	1996/97	10668	150	—	—	—	—	—	—
„R“ 5	4388	1997/98	1350	—	—	—	—	—	—	35
9670		9670	—	—	—	—	—	—	—	—
		2000/01	200	—	—	—	—	—	—	25
			9575	—	60	—	—	—	10	10
		2001/02	600	—	—	—	—	—	—	—
DRŽAVNO		2002/03	10850	—	240	—	—	—	—	—
„L“ 15	110736	2002/03	1000	—	—	—	—	—	—	—
„R“ 4	2493		8820	193	—	—	—	—	—	—
		2003/04	—	—	—	—	—	—	—	—
		2003/04	8400	216	100	—	—	—	—	—
			60	—	—	—	—	—	—	—
		2004/05	7868	—	200	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—
		2005/06	160	—	—	—	—	—	—	—
			8632	—	100	—	—	—	—	—
		2006/07	—	—	—	—	—	495	6	6
			60	—	—	—	—	—	—	—
ZAJEDNIČKA L.		2007/08	490	—	—	—	—	950	9	9
43	163819	2008/09	6935	—	15	—	—	—	—	—
			360	—	—	700	—	—	200	200
		2009/10	7085	100	100	—	—	—	—	—
			260	—	—	—	—	300	36	36
		2010/11	15041	115	130	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	400	—	—
		2010/11	6771	195	150	—	—	—	—	—
UKUPNO 1996/7 do 2010/11			7650	—	130	2845	97	—	174	—
			115846	879	1.395	—	—	—	235	—

TABLICA 6. UNOS ŽIVE DIVLJAČI U LOVIŠTA
(za svaku godinu, brojka u brojniku odnosi se na državnu, a u nazivniku za zajednička lovišta, „L“ = lovište, „R“ = ribnjak

BROJ LOVIŠTA	POVRŠINA hektara	LOVNA GODINA	VRSTA DIVLJAČI - gira, repica, kijunova trčka		
			fazan	zec	
DRŽAVNO“		1996/97	1.755	—	—
„L“ 16		1997/98	3.776	—	—
„R“ 5		1996/97	10.668	—	150
		1997/98	9.670	—	—
		2000/01	9.575	—	60
		2001/02	10.850	—	240
		2002/03	8.820	193	150
		2003/04	8.400	216	100
		2004/05	7.868	—	200
		2005/06	8.632	—	100
		2006/07	—	60	—
		2007/08	6.935	—	15
		2008/09	7.085	100	100
		2009/10	15.041	115	130
		2010/11	6.771	95	150
UKUPNO 1996/7 do 2010/11			115.846	879	1.395

TABLICA 7. USPOREDNI POKAZATELI (DRŽAVNIH I ZAJEDNIČKIH LOVIŠTA) ZA PRVU (1996/97) NAPRAMA ZADNUOJ (2010/11) PROMATRANOJ GODINI

GODINA	POVRŠINE hektara			UKUPNO		
	1996	DRŽAVNA LOVIŠTA I UZGAJALIŠTA	111.168 113.229	ZAJEDNIČKA LOVIŠTA	159.771 163.819	270.939 277.048
PROLJETNO BROJNO STANJE GOSPODARSKIH VRSTA DIVLJAČI – gira, kijunova, repica (u brojniku su podaci za državna, a u nazivniku za zajednička lovišta)						
GODINA	jelen	sma	lopatar	muflon	svinja	zec
1996	951	1581	132	179	1522	1848
	78	3000	—	—	215	4919
2010	1468	2350	241	300	1403	876
	341	4705	—	—	747	3554
						6542
						68
						2160
						400
						710
						1500
						230

PROLJETNO BROJNO STANJE OSTALIH VRSTA DIVLJAČI – jedinki (u brojniku su podaci za državna, a u nazivniku za zajednička lovišta)									
GODINA	jazavac	kuna	mačka d.	lasica	lisica	tvor	ondatra	dabar	svraka, vрана šošika šljuka
1996	200	350	170	—	890	nema	1070	—	2900
	221	402	—	—	1575	po da	—	—	6300
2010	200	280	110	—	330	500	38	1300	380
	290	750	250	—	980	taka	—	60	120
								3940	400

ODSTRJEL GOSPODARSKIH VRSTA DIVLJAČI – grla, kljunova, repića (u brojniku su podaci za državna, a u nazivniku za zajednička lovišta)										šljuka	golub g	patka	liska
GODINA	jelen	srna	lopatar	muflon	svinja	zec	fazan	trčka	prepelica	šljuka	golub g	patka	liska
1996	92	197	—	42	1108	165	910	—	260	96	84	5	—
	4	490	—	—	95	629	3594	—	285	18	65	1765	755
2010	399	483	78	84	2054	206	613	10	814	—	12	1105	330
	69	1208	—	—	784	1020	5038	—	2695	173	164	900	191
1996 do 2010	4031	6425	833	1056	24357	2419	13329	59	6487	519	413	9250	3404
	391	13086	—	—	6563	13452	86143	144	20361	1859	1141	11763	6787

ODSTRJEL OSTALIH VRSTA DIVLJAČI – jedinki (u brojniku su podaci za državna, a u nazivniku za zajednička lovišta)									
GODINA	jazavac	kuna	mačka d.	lasica	lisica	tvor	ondatra	vran	svraka, šošika
1996	21	39	12	2	251	10	—	—	397
	13	87	37	—	888	24	332	nema podataka	
2010	25	36	48	—	185	3	—	496	
	100	264	103	—	876	—	20	1543	
1996 do 2010	275	649	448	—	3635	122	229	6638	
	920	3331	1296	—	16575	146	703	19925	

UGINUĆA DIVLJAČI U LOVIŠTU I STRADANJA NA PROMETNICAMA – jedinki (u brojniku podaci za državna, a u nazivniku za zajednička lovišta)										Stradalo na prometnicama - jedinki	Uginulo u lovištima - jedinki	Uginulo u lovištima - jedinki					
GODINA	jelen	srna	svinja	lopatar	muflon	zec	fazan	jazavac	lisica	svinja	zec	fazan	jazavac	lisica	kuna	mačka	fabar
1996	41	39	65	15	27	78	591	20	58	—	22	1	13	—	8	5	—
	3	119	13	—	—	87	393	1	20	—	2	33	1	68	82	—	14
2010	10	63	99	—	2	17	32	1	—	—	12	—	5	—	—	—	—
	2	172	28	—	—	227	2075	2	2	1	1	99	6	44	49	6	17
1996 do 2010	360	770	1192	100	151	537	2520	57	156	—	5	90	51	41	—	21	36
	61	1724	224	—	—	2185	22638	37	145	15	14	807	24	791	1142	64	198
															86	30	1

TABLICA 8. LOVNOTEHNIČKI I LOVNOGOSPODARSKI OBJEKTI, LOVCI, STAŽIŠTI, DJELATNICI U LOVSTVU
Za svaku godinu u brojniku isказанi su podaci za državnu, a u nazivniku za zajednička lovišta

GODINA	BROJ LOVIŠTA	lovačke kuće		prihvatišta za divljač	gateri	broj objekata	hraništa za sitnu divljač		lovci	stažišti	lovočuvare	provoditelji L.G.O.	operativi	administraciju
		vlastite	u najmu				krupnu divljač	broj osoba						
1996	16+5 „R“	—	7	4(930m)	—	167	125	—	—	—	—	?	20	6
	44	30	1	26	—	419	1105	1897	155	44	40	—	—	—
2010	15+4 „R“	8	3	1(100m)	3(1640ha)	774	194	—	—	—	?	37	2	2
	43	39	1	16	—	775	919	1813	25	43	23	—	—	—

TABLICA 9. NEKE OD ZAŠTIĆENIH ŽIVOTINJSKIH VRSTA – STANJE 2010/11 GODINU

LOVIŠTA	broj osmotrenih jedinki na raznim lokacijama	VIDRA	DAEBAR	ORAO ŠTEKAVAC	CRNA RODA	ZLATOVRANA	broj osmottrenih gnijezda ili nastambi	
							nije viđena	zadnji put viđena 2006. g
DRŽAVNA	8	18	7	1				
ZAJEDNIČKA	11	13	6	3				

Autor ovog članka je nekada i sam izlučio iz lovišta mnogo grabežljivaca, sada zaštićenih vrsta, ali je tada i divljač bilo mnogo više nego danas. Lovci sa dvadeset i trideset godina lovačkog staža smatraju da je postojeće stanje normalno, ali nije tako. Moramo prihvati da je populacija svih vrsta sitne divljači ispod optimalnog i raditi da to popravimo, kako bi bilo dovoljno i za nas lovce i za naše suparnike. Ne uzimaju oni našu divljač nego mi njihovu. Znam da se mnogi neće složiti sa mnom, ali neka barem razmisle.

ZAHVALA

Tijekom dvogodišnjeg prikupljanja i obrade prikazanih podataka za lovišta kojim gospodari šezdeset dva lovo zakupnika, zahvaljujem na potpori i neposrednom pomaganju Lovačkom savezu Bjelovarko bilogorske županije, posebice tajniku istog saveza, gospodinu dipl. ing. Mati Kovačeviću, lovnom inspektoru gospodinu Goranu Harambašiću dipl. ing., voditeljima LGO-va, tajnicima i lovcicima lovo zakupnika, Upravnom odjelu za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo i zaštitu prirode Bjelovarsko bilogorske županije, kao i svima ostalima koji su pomagali u ovome radu.

LITERATURA

- Godišnji izvještaj LOV -11 za 1996/97 di 2010/11 godinu za državna i zajednička lovišta
- Zakon o lovstvu i njegove izmjene i dopune (NN 32/73, 8/76, 25/76, 10/94, 22/94, – 22/94, 5/95, 33/97, 44/98, 29/99
- Zakon o zaštiti prirode (NN 30/94) i zakon o zaštiti okoliša (NN 82/94)

PRAVILNICI

- o lovostaji NN 61/94, 79/94, 123/99,
- o stručnoj službi za provedbu LGO NN 48/96,
- o lovočuvarskoj službi NN 48/96
- o vrsti i broju pasa za lov NN48/96,
- o zaštiti pojedinih vrsta sisavaca NN 31/95, ptica NN43/95.

11. BJELOVARSKI SALON FOTOGRAFIJE „ŠUMA OKOM ŠUMARA“

Marina Mamić, dipl. ing. šum.



Povodom Dana hrvatskoga šumarstva – 20. lipnja, u organizaciji bjelovarskog Ogranka Hrvatskog šumarskog društva, 16. lipnja 2015. otvoren je u galeriji „Nasta Rojc“ Gradskog muzeja u Bjelovaru 11. bjelovarski salon fotografije „Šuma okom šumara“ s međunarodnim sudjelovanjem. Svečanom otvorenju salona, uz goste, uzvanike, članove žirija i autore, nazočili su i predsjednik i dopredsjednik HŠD-a Oliver Vlainić i Ivica Tikvić, te tajnik Damir Delač. Sa nekoliko uvodnih riječi prisutnima se najprije kao domaćin obratio ravnatelj muzeja Mladen Medar, nakon čega je uslijedio pozdravni govor predsjednice bjelovarskog Ogranka HŠD-a Martine Pavičić, koja je ukratko podsjetila na dugogodišnju povijest održavanja ovih salona. Autor predgovora ovogodišnjeg kataloga salona gosp. Marko Čolić, inače profesionalni fotograf, osvrnuo se svojim komentarom iz stručne perspektive na sve izložene fotografije.

Predsjednik Hrvatskoga šumarskoga društva Oliver Vlainić, i sam dugogodišnji sudionik i višestruko nagrađivani autor ovih salona, naglasio je važnost ove izložbe za promociju šumarstva koja javnosti pruža jednu sasvim drukčiju sliku i pogled na šumarsku struku. Posebno je upoznao nazočne o velikoj obljetnici koja se tijekom cijele ove godine putem raznih kulturnih, društvenih, edukativnih i stručnih skupova i manifestacija obilježava u cijeloj Hrvatskoj, a to je 250 godina hrvatskoga šumarstva. Zahvaljujući



Slika na plakatu i katalogu 11. salona, Vlastimir Arbanas, Bol

dugoj tradiciji gospodarenja našim šumama koje je još 1765. godine započeto uredbom carice Marije Terezije, očuvanost i uređenost hrvatskih šuma, na ponos svih nas, poznato je u cijeloj Europi, pa i šire.

S nekoliko prigodnih riječi i upućenih pohvala bjelovarskom Ogranku na održavanju dugogodišnje tradicije ovih salona, voditelj UŠP Bjelovar Stjepan Kovačević proglašio je 11. bjelovarski salon otvorenim, nakon čega je uslijedila podjela nagrada.



Otvorenje 11. salona

Tročlani ocjenjivački sud (žiri) u sastavu akademskih slikara Dubravka Adamovića i Antuna Krešića, te Berislava Rubčića, dipl. ing. el., od ukupno 480 pristiglih fotografija, vlasnika 50 autora iz Mađarske, Slovenije i Hrvatske, odbrao je za 11. salon 244 najbolje fotografije, od čega 17 serija sa 65 fotografija i 179 pojedinačnih fotografija.

Grand prix 11. salona pripao je kolegi iz Mađarske Sándor Valentu za seriju od tri fotografije pod nazivom „Am Ende eines langen Försterlebens bleibt nur noch ein Schatten“. Prvu nagradu u kategoriji serije pod nazivom „Vodenim mozaik“ osvojio je Goran Dorić iz Nove Gradiške, druga je pripala Miranu Orožimu iz Slovenije za seriju „Licitacija“, a treću nagradu osvojio je Antal Tarjáni iz Mađarske za seriju „Forest cemetery“.

U kategoriji pojedinačnih fotografija prvu je nagradu osvojio Goran Dorić za „Večernju simetriju“, drugu je nagradu dobio Jerko Gudac iz Opatije za fotografiju „Oslikana“, a treća je pripala Mađaru László Géza Greguss za fotografiju pod nazivom „Hitzige Baumzweigen“. Dodijeljene su tri po-

hvale za serije fotografije: Marijanu Baruleku iz Zagreba za seriju „Blizanci“, Darku Cvijiću iz Osijeka za seriju „Buđenje rita“, te Marku Kumiću iz Senja za seriju „Petuova“. Pohvale za pojedinačne fotografije dobili su: Jerko Gudac za fotografije „Borba za opstanak“ i „Zvončari prizivaju proljeće i plodnost u šumi“, Renata Pušić iz Bjelovara za „Kako cvijet vidi šumu“, Miran Orožim za fotografije „Most“ i „Kosilo“, Jolanda Vincelj iz Krapine za fotografiju „Šumska grafika“ i László Géza Greguss za fotografiju pod nazivom „Zerrauft“. Za plakat izložbe i naslovnicu kataloga odabrana je fotografija „Bol“ autora Vlastimira Arbanasa iz Delnica.

Izložba će do kraja ove godine i tijekom 2016. biti postavljena u sljedećim gradovima: Senj, Nova Gradiška, Slavonski Brod, Velika Gorica, Zagreb, Split, Opatija, Daruvar, Grubišno Polje, Lipik, Krapina, Gospić, Samobor i Lipovljani.

Ovim salonom naši šumari-fotografi, odabirom neobičnih motiva, pokazali su nam da iz godine u godinu postižu sve veću kvalitetu, što nam je znak da ćemo imati prilike uživati u njihovim fotografijama još puno godina.

IZLOŽBA „POZDRAVLJAM TE ŠUMO“

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.



Na poticaj Ljiljane Ivković, odgojiteljica predškolske djece i urednice Dječjeg kutka u časopisu Hrvatske šume, a pod pokroviteljstvom Hrvatskoga šumarskog društva, u prostorima Knjižnice Vjekoslava Majera u Zaprudu otvorena je

izložba „Pozdravljam te šumo“, koja se sastoji od fotografija šestogodišnjeg dječaka Dorijana Almašija iz Daruvara (1) i likovnih radova djece Dječjeg vrtića Zapruđe skupina Pužići i Bubamare. Dječji radovi su posvećeni šumi i šumskim ži-



1



2

IZLOŽBA

POZDRAVLJAM TE ŠUMO

**POZIVAMO VAS NA OTVORENJE
IZLOŽBE LIKOVNIH RADОVA
PREDŠKOLSKE DJECE
POSVEĆENE 250. OBLJETNICI
HRVATSKOGA ŠUMARSTVA**

**23. LIPNJA 2015.
U 10.00 sati
U KNJIŽNICI
VJEKOSLAVA MAJERA**



**Fotografije:
DORIJAN ALMAŠI,
6 godina, Daruvar**

**DOBRODOŠLI U KNJIŽNICU
VJEKOSLAVA MAJERA
TRG IVANA MEŠTROVIĆA 10,
Zapruđe, Zagreb**

**Izložba se može pogledati
od 23. 6. do 30. 7. 2015.**

IZLOŽBA

**250 GODINA
HRVATSKOGA ŠUMARSTVA**

1765-2015

LIKOVNO STVARALAŠTVO

izlažu

DJECA DV "ZAPRUĐE"

**skupina PUŽIĆI
odgojiteljice:
MARIJA ŽIGA, MARIJA PARADŽIK
i KATARINA VUKOVIĆ**

**skupina BUBAMARE
odgojiteljice:
LIDIJA MARDETKO
i BISERKA DREMPETIĆ**



RADUJEMO SE VRŠEM DOLASKU!

 **HRVATSKE
ŠUME**

votinjama, a izrađeni su u više likovnih tehnika. Izložba je plod suradnje Ljiljane Ivković s časopisom Hrvatske šume, posvećena je dvjestopadesetoj obljetnici hrvatskoga šumarstva, a otvorena je od 23. lipnja do 30. srpnja 2015. kada će biti preseljena u prostore Gradske knjižnice na Starčevičevom trgu. Na samom otvorenju 23. lipnja o razlozima izložbe govorila je idejna začetnica Ljiljana Ivković, Dorijanov tata Siniša objasnio je kako je Dorijan krenuo u fotografске vode, a izložbu je nakon prigodnih riječi otvorio predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva Oliver Vlainić (2), koji je autorima radova darivao materijale za daljnje likovno stvaralaštvo i knjigu šumara Mije Matezića „Priče bez naslova“.

ZAPISNIK

2. SJEDNICE UPRAVNOG I NADZORNOG ODBORA HŠD-A ODRŽANE 28. I 29. SVIBNJA 2015. GOD. NA PROSTORU NPŠO OPEKE, LIPOVLJANI

Mr. sc. Damir Delač

Nazočni: Akademik Igor Anić, Mario Bošnjak, dipl. ing., Davor Bralić, dipl. ing., Goran Bukovac, dipl. ing., dr. sc. Lukreacija Butorac, mr. sc. Danijel Cestarić, mr. sp. Mandica Dasović, mr. sc. Josip Dundović, mr. sc. Ivan Grginčić, Tihomir Kolar, dipl. ing., Čedomir Križmanić, dipl. ing., Daniela Kučinić, dipl. ing., prof. dr. sc. Josip Margaletić, Darko Mikičić, dipl. ing., Marijan Miškić, dipl. ing., Damir Miškulj, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., Davor Prnjak, dipl. ing., Zoran Šarac, dipl. ing., Ariana Telar, dipl. ing., Oliver Vlainić, dipl. ing., Silvija Zec, dipl. ing., Stjepan Blažičević, dipl. ing., Marina Mamić, dipl. ing., dr. sc. Vlado Topić, mr. sc. Damir Delač i Biserka Marković, dipl. oec.

Ispričani: Domagoj Devčić, dipl. ing., prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Ivica Grbac, Benjaming Horvat, dipl. ing., mr. sc. Petar Jurjević, akademik Slavko Matić, Boris Miler, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, dr. sc. Dijana Vuletić i Herman Sušnik, dipl. ing.

Predsjednik HŠD-a, Oliver Vlainić, dipl. ing. zahvalio se na odazivu i utvrdio kvorum. Posebno je pozdravio domaćina prof. dr. sc. Milana Oršanića, koji je izrazivši dobrodošlicu, predstavio NPŠO Lipovljani.

Nakon toga predložen je na usvajanje sljedeći:

Dnevni red:

Četvrtak, 28. svibnja 17 h;

Ovjerovljenje Zapisnika 1. sjednice Upravnog i Nadzornog odbora HŠD-a. (Zapisnik je objavljen u ŠL 1-2/2015. god.) i Zapisnika 1. elektroničke sjednice Skupštine HŠD-a. (u prilogu poziva)

Obavijesti i Aktualna problematika.

Prijedlog novog Statuta HŠD-a

Pripreme za Dane hrvatskog šumarstva, Otočac, 12. i 13. lipnja 2015. godine.

Pitanja i prijedlozi.

Petak, 29. svibnja;

Stručna tema; Gospodarenje nizinskim šumama hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Primjeri na površinama kojima gospodare Hrvatske šume, d. o. o., šumarija Lipovljani i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

9 h, terenski obilazak

12 h, rasprava i zaključci

Dnevni red je jednoglasno usvojen.

Ad. 1.

Zapisnik 1. sjednice Upravnog i Nadzornog odbora HŠD-a, objavljen u Šumarskom listu 1–2/2015., jednoglasno je usvojen.

Zapisnik 1. elektroničke sjednice Skupštine HŠD-a objavljen je u Šumarskom listu 3–4/2015. pod naslovom Zapisnik 1. sjednice Upravnog i Nadzornog odbora HŠD-a, što je pogrešno, a ispravak će se objaviti u idućem broju ŠL. Nakon ove opaske Zapisnik je jednoglasno usvojen.

Ad. 2.

Tajnik mr. sc. Damir Delač izvjestio je o svečanom obilježavanju Dana inženjera, koji je Hrvatski inženjerski savez (HIS) pod pokroviteljstvom Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti organizirao 2. ožujka 2015. u dvorani Ministarstva gospodarstva.

HIS nastoji doprinijeti gradnji povjerenja glede kvalitete obrazovanja inženjera i kompetencija u području inženjerskih struka, a time osigurava i poželjnu mobilnost koja omogućuje zapošljavanje i mobilnost potrebnu općem razvoju Europske unije i Hrvatske. Inženjeri koji su završili studije prihvaćene na INDEX listi mogu dobiti Europsku inženjersku iskaznicu, čime im je olakšana mobilnost/zapošljavanje u skladu s Europskom direktivom. Internacionalizacija, harmonizacija kompetencija i poznavanje mogućnosti inženjerskih struka i profesija ključno je rješenje u ostvarivanju bolje budućnosti.

Naglašeno je kako u posljednje vrijeme uvelike zabrinjava nedovoljno korištenje inženjera i oduvijek kvalitetnog inženjerskog doprinosa bitnim odlukama u društvu. Posljedično tomu jasno je vidljivo kočenje razvoja tehnologije i gospodarstva. Zbog toga će HIS nastojati sve češće i glasnije podsjećati na potencijal inženjerskih profesija i ukazivati na propuste tamo gdje se to nedovoljno koristi.

Tajnica Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT) Silvija Zec, dipl. ing. izvjestila je o predstavljanju knjige „Brodska imovna općina“, u Hrvatskom državnom arhivu u Zagrebu, 5. ožujka 2015. Promocija ove knjige održana je lani u Vinkovcima, o čemu smo pisali u ŠL 5–6/2014. godine.

Visoko izaslanstvo Odbora za poljoprivredu i hranu Nacionalnog Sobranja Republike Bugarske boravilo je u dvodnevnom posjetu Republici Hrvatskoj prilikom kojega im je upriličen i posjet Hrvatskom šumarskom društvu te Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Svrha njihova posjeta je izmjena Zakona o šumama koji se priprema u Bugarskoj a kako bugarske kolege izuzetno cijene rad hrvatskih šumara odlučili su preuzeti naša iskustva te ih pokušati prenijeti na njihov sustav. Izaslanstvo je iskazalo veliko zadovoljstvo ovim posjetom koji će im pomoći pri rješavanju problema vezanih za šumarsko zakonodavstvo u Bugarskoj.

Oliver Vlainić, dipl. ing. izvjestio je o konferenciji za medije održanoj u srijedu 18. ožujka 2015. u prostorijama Hrvatskog šumarskog društva, povodom proslave 250 godina šumarstva u Hrvatskoj. Konferenciji su nazočili ministar poljoprivrede Tihomir Jakovina, član Uprave Hrvatskih šuma Ivan Ištok, akademik Igor Anić te predsjednik HŠD-a Oliver Vlainić uz prisutnost medija. Akademik Anić prisutnim je održao kratko predavanje o povijesti šumarstva, dok je Oliver Vlainić predstavio plan događanja u organizaciji HŠD-a i Hrvatskih šuma koje će se odvijati tijekom cijele godine. Član uprave Ivan Ištok informirao je javnost o brojnim projektima društveno odgovornog poslovanja koje provode i u kojima sudjeluju Hrvatske šume, među ostalima i projekt „Škola u šumi, šuma u školi“, zatim „Zelenu čistku“ udruge Žmergo, projekte razminiranja u koje je do sada uloženo 425 milijuna kuna i dr. Ministar Jakovina istaknuo je važnost šuma i šumske ekosustava te dobro razvijenog šumarstva koje se skrbi o tim bogatstvima. Svim šumarima od srca je čestitao na ovako velikoj i važnoj obljetnici.

Od 18. do 20. ožujka 2015. na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i Nastavno-pokusnom šumskom objektu Zalesina, organizirano je savjetovanje pod nazivom: „Šumarsko inženjerstvo – sadašnje stanje i budući izazovi“. Povod savjetovanja bila je 10. godišnjica izlaženja časopisa Croatian Journal of Forest Engineering (CROJFE) i Nova mehanizacija šumarstva (NMŠ). Organizator savjetovanja

bio je Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Suorganizatori savjetovanja bili su IUFRO, FORMEC, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatsko šumarsko društvo i Akademija šumarskih znanosti. Na savjetovanju su predstavljene prezentacije rezultata najnovijih istraživanja te razmjena informacija povezanih s znanstvenim, nastavnim i stručnim radom u području šumarskog inženjerstva.

Predsjednik HŠD-a ogranka Delnice, Goran Bukovac, dipl. ing., izvjestio je o 21. Alpe-Adria natjecanjima šumara (Italija, Austrija, Slovenija, Hrvatska) koja su od 20. do 22. ožujka 2015. održana u Italiji – Julijska krajina (Venezia Giulia) na području gradića Ravascletto. Više o tome napisano je u ŠL 3–4/2015.

Akademik Anić je u utorak 31. ožujka 2015. u prostorijama Hrvatskog kulturnog društva Napredak u Zagrebu održao tribinu povodom 250. godišnjice organiziranog šumarstva u Hrvatskoj. Predsjednik zagrebačke podružnice Napretka, dr. sc. Tomislav Dubravac iz Hrvatskog šumarskog instituta podsjetio je prisutne na ovogodišnje važne obljetnice u šumarstvu. Tijekom tribine pod nazivom „250 godina hrvatskog šumarstva ili kako su nastale naše šume“, akademik Anić je ukratko opisao sve važne stavke koje su osigurale da u našoj domovini ne postoji pojam obešumljenje, a to su: šumovitost, potrajnost, prirodnost, kvaliteta, potencijal, OKFŠ, Zagrebačka škola uzgajanja šuma i tradicija.

16. travnja 2015. u Palači Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (HAZU), u organizaciji Znanstvenog vijeća za državnu upravu, pravosuđe i vladavinu prava HAZU održan je okrugli stol o pravnoj zaštiti šuma. U uvodnom izlaganju predsjednik HAZU, akademik Zvonko Kusić istaknuo je da su šume najveće prirodno bogatstvo i da je stoga njihova zaštita i gospodarenje istima iznimno važna tema. Skupom je predsjedavao akademik Jakša Barbić.

Iako je to za hrvatsko šumarstvo bio skup od izuzetne važnosti, opet se ponovilo isto, a to je da takvim događanjima nazočuje premali broj kolega iz struke tj. iz Hrvatskih šuma d. o. o., naglasio je akademik Igor Anić. Više o skupu pisat ćemo u ŠL 5–6/2015., a HAZU će izdati Zbornik radova sa svim izlaganjima.

Mr. sc. Josip Dundović izvjestio je o skupu održanom u Matici Hrvatskoj, gdje je 16. travnja 2015. dr. sc. Miroslav Harapin imao izlaganje na temu „Zaštita šuma nekad i danas“, a Davor Kapet, dipl. ing. izlagao je na temu „Gospodarenje šumama grada Zagreba“.

Izvjestio je o 12. školi otvorenih vrata osnovne škole Dora Pejačević održanoj 20. ožujka 2015. u Našicama s temom „Šume i vode izvor života“, gdje je učenicima od 1. do 8. razreda održao predavanje „Život jednog hrasta“. U sklopu događanja održano je i predstavljanje knjige „Hrastova šuma u stihu“, našeg kolege Darka Posarića, dip. ing. Bio je

iznenađen interesom najmlađih za šume i šumarsku struku i naglasio je važnost ovakvih skupova.

Damir Miškulin, dipl. ing. izvjestio je o aktivnosti UŠP Zagreb i HŠD-a ogranka Zagreb, koji su na području šumarije Zlatar za učenike osnovne škole Brestovec Orehovečki izradili Zelenu učionicu „Šarov jarek“ koja je otvorena 21. svibnja 2015.

Goran Bukovac, dipl. ing., izvjestio je aktivnosti ogranka Delnice, koji je tijekom cijele godine organizirao radionice u šumi, gdje su se djeca predškolskog i školskog uzrasta, vođena šumarima i nastavnicima prirode, upoznavala s osnovnim pojmovima o šumi i šumarstvu.

Silvija Zec, dipl. ing. izvjestila je o Danu otvorenih vrata Hrvatskog šumarskog instituta na kojima su učenici četvrtog razreda osnovne škole posjetili laboratorij i rasadnik instituta.

Akademik Igor Anić komentirao je do sada učinjeno na temu obilježavanja 250 godišnjice hrvatskoga šumarstva. Učinili smo zaista mnogo, pojavljujući se u javnosti s brojnim sadržajima u cilju promidžbe hrvatskoga šumarstva. Do kraja godine pred nama su još brojne aktivnosti, međutim, da više ništa ne napravimo, možemo reći da smo dostoјno obilježili ovaj jubilej.

26. svibnja 2015., Europska komisija odobrila je nova 24 Programa ruralnog razvoja zemalja članica EU, a među njima i naš Program ruralnog razvoja RH za razdoblje 2014–2020.

Program ruralnog razvoja RH za razdoblje 2014 – 2020. vrijedan oko 2,4 milijarde EUR-a, počeo se stvarati još 2012. godine, a današnje odobrenje predstavlja krunu tog dugotrajnog procesa u koji su bili uključeni domaći stručnjaci, mahom djelatnici Ministarstva poljoprivrede i Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.

Silvija Zec, dipl. ing. najavila je izdavanje Vodiča kroz EU fondove za sektor šumarstva, koji će biti objavljen on-line na web stranici HKIŠDT, na hrvatskom, a zatim i engleskom jeziku. Komora izdaje Vodič u povodu usvajanja Program ruralnoga razvoja RH za razdoblje 2014–2020. Vodič daje pregled operativnih programa, kao i Programa Unije, odnosno EU fondova koji su na raspolaganju šumarskom sektoru u novom programskom razdoblju EU-a 2014–2020. Smatramo da će biti koristan članovima Komore, odnosno kolegama koji se žele u idućem razdoblju baviti izradom projekata za korištenje EU fondova.

Tihomir Kolar, dipl. ing. izvjestio je o svečanom obilježavanju 70. godišnjice osnutka šumarije Repaš, koje se isto tako odvijalo u ozračju obilježavanja 250. godišnjice hrvatskoga šumarstva.

Dr. sc. Josip Margaletić, izvjestio je o prioritetima koje će kao Glavni urednik Šumarskoga lista pokušati ostvariti. To

su ponajprije redovitost izlaženja, pa je tako broj 3–4/2015. upravo tiskan, a pripreme za broj 5–6/2015. su pri kraju i do kraja lipnja će biti tiskan. Kvaliteta časopisa isto je jedan od prioriteta. Danas je interes za tiskanje znanstvenih članaka u Šumarskom listu izuzetno velik, posebice autora izvan Europe, npr. Azije. Danas na znanstvenom polju ima mnogo plagijata, a posao glavnog urednika je da iste prepozna i sprijeći tiskanje takvih članaka, što iziskuje dodatni napor. Dao sam si zadatku da animiram naše mlade znanstvenike da više objavljuju u Šumarskome listu, koji im svojim renomeom svakako može pomoći u znanstvenom predovanju, a ujedno će se tako održavati i kvaliteta samoga lista.

Ponovno je potaknuto pitanje korištenja vozila Hrvatskih šuma d. o. o. za potrebe ogrankova HŠD-a. Predsjednik Oliver Vlaić podsjetio je kako važećim sporazum s Upravom Hrvatskih šuma d. o. o. svaki ogrank ima pravo pet puta koristiti osobno vozilo za dolazak na sjednice UO i Skupštinu HŠD-a i jednom kombi vozilo za odlazak na ekskurzije. Kako su naznake novog prijedloga Hrvatskih šuma o korištenju vozila još restriktivnije, pokušat ćemo u dalnjim pregovorima izboriti barem ista prava kao u prošlom sporazumu.

Potaknuta je i tema načina anketiranja kandidata za primanje na radno mjesto revirnika u Hrvatskim šumama d. o. o.. Način da samo jedan čovjek, bez svjedoka i jasnih kriterija, pojedinačno anketira kandidate, izazvala je brojne polemike među samim kandidatima i u šumarskim krugovima. Naš stav je kako smo svakako za to da, posebice mladi ljudi, nađu zaposlenje u Hrvatskim šumama, međutim, samo anketiranje treba napraviti transparentno i s unaprijed određenim i jasnim kriterijima. U vezi s time predloženo je da sakupimo primjedbe od kolega s terena i poslujemo ih na očitovanje Upravi Hrvatskih šuma d. o. o.

Pitanje tiskanja knjige o našem pokojnom prof. dr. sc. Branimiru Prpiću postavila je mr. sp. Mandica Dasović. Knjiga je najavljena prije dvije godine, no još uvijek nema naznake o njenom tiskanju. Poznavajući dobrotu našeg pokojnog profesora znam da se ne bi lutio na nas, no ipak, mislim da svi zaslužujemo kritiku što knjiga još nije ugledala „svjetlo dana“. Tajnik Damir Delač složio se s time i izvjestio je kako su digitalizirani materijali s Uvodnicima i znanstvenim radovima prof. Prpića, objavljenim u Šumarskom listu, davno predani Glavnom uredniku knjige, prof. dr. sc. Zvonimiru Seletkoviću. Nadamo se da će naći vremena i dovršiti ovu knjigu, ako ne ove godine kada obilježavamo 250 godina hrvatskoga šumarstva, onda slijedeće godine kada obilježavamo 170 godina osnutka Hrvatskoga šumarskog društva.

Tajnik mr. sc. Damir Delač izvjestio je o novom ugovoru o najmu poslovнog prostora Šumarskog doma Hrvatskim šumama d. o. o., koji je zbog najavljenog skorog iseljenja

direkcije u novi prostor, sklopljen do 31. prosinca 2015. godine. Detaljnije informacije o iseljenju za sada nemamo.

Biserka Marković, dipl. oec., voditeljica finansijske službe iznijela je prijedlog Odluke o načinu raspoređivanja ras-hoda poslovanja po kriteriju povezanosti s obavljanjem gospodarske djelatnosti na razini obračunskog mjesta Središnjice HŠD koja vodi poslovanje vezano za iznajmljivanje prostora i izdavanje časopisa "Šumarski list". Odluka je jednoglasno usvojena.

Ad. 3.

S prijedlogom novog Statuta HŠD-a nazočne je upoznao tajnik Damir Delač. Isti će se, nakon dorade, polovinom srpnja dati na uvid svim članovima HŠD-a, a nakon toga bit će organizirana elektronička sjednica Skupštine HŠD-a s dnevnim redom: Usvajanje novog Statuta HŠD-a. Rok za registraciju Statuta u nadležnom tijelu je 1. listopada 2015. godine.

Ad. 4.

- Uz pripreme za Dane šumarstva napravljen je plakat i pozivnica sa sljedećim programom:

petak, 12. lipnja 2015.

- 11.00 – 12.00, Gacko pučko otvoreno učilište Otočac, Ulica kralja Zvonimira 37 – okupljanje uzvanika i gostiju
- 12.00 – 14.00, Gacko pučko otvoreno učilište Otočac – stručni skup „250 godina hrvatskoga šumarstva“
- 14.00 – 16.00, Gacko pučko otvoreno učilište Otočac – ručak
- 16.00 – 18.00, smještaj u hotele Park, Zvonimir, Mirni Kutak, Gacka (Ličko Lešće za HŠD)
- 18.00 – 19.00, Gradska park u Otočcu – svečano otvorenje Dana hrvatskoga šumarstva
- 19.00, Gradska park u Otočcu, Trg dr. Franje Tuđmana (zatvoreni prostor) – večera

subota, 13. lipnja 2015.

- 8.00, Gradska park u Otočcu – početak natjecanja šumarskih radnika
- 9.00, polazak za Baške Oštarije; okupljanje i domjenak od 10.30 – 11.00 u hostelu Baške Oštarije
- 11.00 – 12.00, Baške Oštarije – otkrivanje spomen obilježja Šumariji Oštarije – umjetnički program i milenijska fotografija
- 12.00, polazak za Otočac
- 14.00, Gradska park u Otočcu – ručak
- 17.00, Gradska park u Otočcu – završetak natjecanja šumarskih radnika
- 18.00, podjela nagrada i priznanja natjecateljima i zatvaranje Dana hrvatskoga šumarstva
- Dogovoreno je da HŠD organizira vlastiti stand s prigodnim reklamnim materijalima i ugostiteljskom ponudom (besplatnom), koja će prezentirati sve ogranke HŠD-a, tj. cijelu Hrvatsku. Za tu potrebu svaki će ogranač uplatiti po 1000 kuna na žiro račun Središnjice. U povjerenstvo za postavljanje štanda izabrani su Stjepan Blažičević, dipl. ing. i Damir Miškulin, dipl. ing.

Ad. 5.

Mr. sc. Josip Dundović, predsjednik sekcije Hrvatska udruga za biomasu, izvijestio je o pozivu Austrijske udruge za biomasu za sudjelovanjem na njihovom kongresu "Faktor dodane vrijednosti bioenergija" uz Moto: "Bez biomase nema energetskog zaokreta", 23. lipnja 2015. u Beču. Dogovoreno je da ispred HŠD-a na njemu sudjeluju mr. sc. Josip Dundović i prof. dr. sc. Ivica Tikvić.

Zapisnik sastavi tajnik HŠD-a:

Predsjednik HŠD-a:

Mr. sc. Damir Delač, v.r.

Oliver Vlainić,

dipl. ing. šum., v.r.



STRUČNA TEMA 2. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A:

GOSPODARENJE NIZINSKIM ŠUMAMA HRASTA LUŽNJAKA I POLJSKOG JASENA.

Primjeri na površinama kojima gospodare Hrvatske šume, d. o. o., Šumarija Lipovljani i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Mr. sc. Damir Delać



Prof. dr. sc. Milan Oršanić, voditelj Nastavno-pokusnih objekata Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, kao uvod u Stručnu temu 2. sjednice najavio je projekt „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine”, naručen i financiran od Hrvatskih šuma d. o. o.

U uvodnom izlaganju naglasio je neke od problema s kojima se šumarski stručnjaci susreću pri gospodarenju poplavnim šumama Posavine. Ove sastojine često su pod utjecajem ekstremnih klimatskih prilika, npr. kao što je i sada slučaj, visokog vodostaja, zatim tu je prisutna jedna od najvećih populacija glodavaca voluharice i poljskog miša u Europi koji rade ogromne štete na sjemenu i pomlatku. Problem kod obnove jasena je i rijedak urod sjemena. Nažalost, mada je bilo pojedinačnih istraživanja, struka nije do sada pristupila ovom problemu multidisciplinarno. Uspjeh gospodarenje mnogo ovisi i od inženjerskog rada na terenu. U zadnje vrijeme pokušavamo kvantificirati njihov rad kroz razne norme doznake, otpreme i sl. Inženjer mora gospodariti ekosustavom, a ne svesti njegov rad na

samo neke pojedinačne segmente. U Hrvatskoj nažalost nije zaživio jedan pojam koji u Europi egzistira niz godina i u koji se ulaže veliki novac, a to je Ekološki monitoring. Mi na našim nastavno-pokusnim objektima postepeno uvodimo sustav ekološkog motrenja u realnom vremenu. U tom smislu pregovaramo s nadležnim ministarstvima, te našim i europskim institucijama u vezi nabave opreme. Cilj je predvidjeti događanja u prirodi koji utječu na gospodarenje šumama.

Projekt „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine“ započeo je prije godinu i pol dana, a voditelj projekta je prof.



Doc. dr. sc. Damir Drvodelić izvjestio je sudionike skupa o rezultatima dobivenim u prvi 12 mjeseci u potprojektu „Uzgajanje šuma“, glavnog projekta „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine“.

dr. sc. Boris Hrašovec. Povjerenstvo za izvođenje projekte uvelo je u praksu da nositelji pojedinih istraživanja svakih 6 mjeseci podnose izvješće o ostvarenom. Sad će nam tri mlada znanstvenika sa Šumarskog fakulteta iznijeti svoja istraživanja do sada ostvarena na tom projektu.

Izvješće o radu na projektu „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine“

Sjeme je nositelj života i ono predstavlja mladu biljku u fazi mirovanja pa su iz tog razloga u početku prezentirani rezultati iz problematike sjemenarstva poljskog jasena. Uz pomoć scannera STD4800 i WinSEEDLE softvera (2011) detaljno su istražene morfološke značajke jasenovog sjemena. U mogućnosti je bilo istražiti 23 varijable sjemena. U svakom plodu jasena nalazi se po 1 sjemenka iako su pronađeni i plodovi koji su sadržavali 2 sjemenke (vjerojatnost 2 %). Apsolutna težina sjemena iznosila je 111,75 g. Poljski jasen cvjeta tijekom (III), IV i V mjeseca, prije listanja. Plod je smeđi orašić-perutka s ušiljenim, zaokruženim ili izrubljenim vrhom koja je u osnovi klinasta. Sjemenke su duže od polovine perutke. Rađa plodom svake 1–2 godine. Sjeme sadrži embrij i endosperm i čuva se sa sadržajem vlage od 7–10 % u hermetički zatvorenim posudama na temperaturi od 5°C. Zadrži vitalitet do 7 godina. Razmnožava se sjemenom. Dormantnost sjemena uzrokuju unutarnji čimbenici i perikarp. Stupanj dormantnosti ovisi o starosti. Najuspješniji način predsjetvene pripreme sjemena je kombinirani toplo-vlažni i hladno-vlažni postupak. Sjeme se drži u mješavini treseta i pijeska na temperaturi od 3 °C i relativno stalnoj vlazi od 45–65 % što rezultira s klijavosti od 71 %. Potrebno je predtretiranje (na mediju ili bez medija) sjemena u trajanju od 22 do 32 tjedna. Sjeme se drži od 6 do 16 tjedna na temperaturi od 15–20 °C (zbog rasta embrija) te nakon toga 16 tjedana na temperaturi od 3°C (zbog savladavanja dormantnosti embrija). Prema nekim istraživačima preporuča se držanje sjemena 3–4 mjeseca u vlažnom stratifikatu na temperaturi od 15 do 30°C. Drugi pak pišu o klijavosti sjemena za vrijeme stratifikacije. Prema ISTA pravilima sjeme roda *Fraxinus* spp. prije ispitivanja klijavosti drži se 2 mjeseca na 20°C i 7 mjeseci na 3–5°C – duga metoda za praksu! Vitalitet svježe sakupljennog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) iz Lipovljanskih nizinskih šuma utvrđen je najčešće korištenom biokemijskom metodom tetrazola (ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing, Vol. II, 2003). Vitalitet sjemena iznosio je visokih 84,75 %. Nakon 95 dana čuvanja sjemena u vodi (simulacija duljine trajanja prirodnih poplava), vitalitet se nije smanjio (84,00 %). Nakon 166 dana čuvanja sjemena u vodi vitalitet je pao na 43,00 % što se slaže s mnogim istraživačima koji pišu kako sjeme vrsta roda *Fraxinus* spp. propada nakon 3–4 mjeseca tople stratifikacije. Istražen je i najučinkovitiji način predsjetvene

pripreme sjemena. Korištene su tri metode predsjetvene pripreme sjemena (toplo-vlažni i hladno-vlažni postupak, hladna stratifikacija i čuvanje sjemena u vodi 95 dana). Najbolja laboratorijska klijavost (23,50 %) dobivena je kod tretiranja sjemena toplo-vlažnim i hladno-vlažnim postupkom. Najviše nepravilnih klijanaca (11,50 %) utvrđeno je kod sjemena tretiranog hladnom stratifikacijom. Razlika između procijene vitaliteta sjemena poljskog jasena biokemijskom metodom i ispitivanja klijavosti u laboratorijskim uvjetima je visoka i iznosi 61,25 % pa se za praksu preporuča isključivo utvrđivanje laboratorijske klijavosti što je dugotrajnija i skuplja metoda ali daje realnije podatke.

U prvih 6 mjeseci započelo se s istraživanjem problematike slabe prirodne obnove jasenovih sastojina. Poljski jasen najbolje uspijeva na vlažnim glinovitim, hranjivima bogatim tlama te aeriranim ili umjereno kompaktnim pjeskovitim tlama s pH od 6,0–8,0, podnosi povremene poplave. Sadržaj hranjiva u tlu, tekstura i kompaktnost tla su jedni od važnijih čimbenika koji utječu na korijenski sustav biljke. Zbijenost tla utječe negativno na morfologiju i anatomiju korijenskog sustava sadnica poljskog jasen (smanjuje se udio fiziološki aktivnog korijenja, specifična duljina korijena i udio ksilema korijena). Korijen utječe na fiziološke (transpiracija, fotosinteza,...) čimbenike i rast biljke. U sastojinama gdje dominira poljski jasen i koje su povremeno pod poplavama, prirodna obnova sjemenom je ograničena.

Započelo se s istraživanjima problematike umjetne obnove jasenovih sastojina sadnjom sadnica golog i obloženog korijenskog sustava. Kod umjetne obnove sadnjom sadnica na glejnim tlama važna je dobra dreniranost tla – mehanička priprema površine. Sadnice kao i prirodni pomladak poljskog jasena ne trpe korovsku konkurenčiju (amorfa i sl.) – odumiranje biljaka! Umjetna obnova sjetvom sjemena se ne preporuča zbog sporog rasta biljke u mладости što povećava troškove njene sastojina. Poljski jasen je četvrta vrsta prema udjelima u ukupnoj rasadničkoj proizvodnji šumskih sadnica (3,5 do 16,2 %). Prosječno preživljenje (55 %) sadnica poljskog jasena je niže od sadnica hrasta lužnjaka (59 %). Iz tog razloga potrebno je pronaći optimalnu metodu umjetne obnove i povećati preživljenje biljaka. Kod klasične sadnje sadnica najveće učešće u trošku su sadnice, a najmanje materijal za razliku od sadnje u Tuleyeve cijevi gdje najveći trošak predstavlja materijal, a najmanji sadnice. Potrebno je dati preporuku da li i u kojim slučajevima držati sadnice u Tuleyevim cijevima.

Drugi dio istraživanja odnosio se na rasadničku proizvodnju sadnica poljskog jasena. Ispitan je utjecaj AgroHidroGela, gnojidbe, ektomikorize i navodnjavanja na morfološki i fiziološki status šumskih sadnica poljskog jasena u kontejnerima volumena 620 cm³. Pokus je postavljen s devet tretiranja. Na sadnicama su utvrđene važnije morfološke značajke (visina, promjer vrata korijena i broj listova).

Prosječno najveće visine (300 mm) i promjer vrata korijena (8,00 mm) na kraju prve vegetacije uzgoja u kontejnerima (15.10.) imale su sadnice tretirane AgroHidroGelom, mikorizom, normalnom gnojibom i redovitim zalijevanjem. Sadnice kod kojih je reducirano zalijevanje za 50 % imale su značajno manje visine i manji broj listova. Prosječno najveći indeks relativnog sadržaja ukupnih klorofila (CCI) u lišću mјeren 20. 7. 2014. imale su sadnice tretirane AgroHidroGelom, normalnom gnojibom i 50 %-tним reduciranjem zalijevanja (42,4). Isti rezultati, ali veće vrijednosti CCI u lišću (60,1) utvrđeni su i kod mјerenja 5. 10. 2014. godine. Najveće vrijednosti vodnog potencijala (Ψ) što u stvari predstavlja nizak vodni potencijal sadnica utvrđene su kod iste skupine sadnica (11,1 bara). Mјerenje je obavljeno 20. 7. 2014. Pri kraju prve vegetacije (5. 10. 2014.) nisu utvrđene statistički značajne razlike u vodnom potencijalu sadnica s obzirom na tretiranja. U periodu vegetacije (31. 5.–12. 9. 2014.) utvrđen je ukupni utrošak vode za zalijevanje po sadnici koji se kretao od 1,70 l/biljci (tretiranja F, G, H i I) do 2,57 l/biljci (tretiranja A, B, C, D i E). Ukupno je bilo potrebno 36 zalijevanja. Na sadnicama nisu primjećene veće štete od biotskih i abiotских čimbenika. Na samo nekoliko sadnica zamijećene su rupe od granotoča. Na sadnicama je određena suha tvar nadzemnog i podzemnog dijela biljke kao i omjer između nadzemnog i podzemnog dijela. Na osnovu morfoloških značajki određen je Dicksonov indeks kvalitete (DQI). Prosječno najveći Dicksonov indeks kvalitete (0,84) imale su sadnice iz tretiranja F (AgroHidroGel, normalna gnojidba, 50 % reducirano zalijevanje). Uz pomoć skenera i WinRhizo softvera utvrđene su važnije morfološke značajke korijenskog sustava sadnica. Nije utvrđena statistički značajna razlika s obzirom na tretiranja.

Pošto je u 2014. godini u potpunosti izostao urod sjemena poljskog jasena, ispitivana je kakvoća žira hrasta lužnjaka. Žir je sakupljen na području NPŠO Lipovljani (120b). Najveći postotak činio je okularno dobar žir (47,23 %), slijedi okularno loš (38,10 %), gnjili (12,35 %), miševima oštećeni (1,25 %) i nerazvijeni (1,07 %). Utvrđena je statistički značajna razlika u masi između okularno dobrog i lošeg žira. Okularno loš žir imao je prosječnu masu 3,51 g, a okularno dobar 3,90 g. Apsolutna težina sjemena okularno dobrog žira iznosila je 4006 g, a okularno lošeg 3515 g. U najvećem postotku bili su okularno dobri žirevi s duljinom radikule do 0,5 cm (32,95 %).

U jesen 2014. godine (22. 10.) započeta su istraživanja rasadničke kljajosti okularno dobrog i okularno lošeg žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) tretiranog s otopinom efektivnih mikroorganizama EmFarma Plus (koncentracija 10 %) + Ema 5 (koncentracija 5 %).

U 2014. godini istraživali smo morfologiju i vitalitet prirodnog ponika hrasta lužnjaka nakon poplava. Ponik poljskog

jasena nije bilo moguće pronaći pa nije uključen u istraživanja. Ponik je pronađen i izvađen na području NPŠO Lipovljani (120a i 135a). Na navedenom području visina poplave iznosila je 30 cm i trajanje poplave 32 dana (početak 12. 5. 2014.). Analiziran je prirodni ponik s listom i bez lista (trulež nadzemnog dijela). Utvrđena je statistički značajna razlika u duljini glavnog korijena (žile srčanice) s obzirom na tretiranja (s listom i bez lista). Prosječna duljina žile srčanice ponika s listom iznosila je 179 mm a ponika bez lista 145 mm. Utvrđene su značajnije morfološke značajke korijenskog sustava ponika hrasta lužnjaka nakon poplava. Utvrđena je statistički značajna razlika u svim morfološkim značajkama korijena osim prosječnog promjera (mm) s obzirom na tip ponika (s listom i bez lista). Ponik s listom imao je veće morfološke vrijednosti. Doc. dr. sc. Damir Drvodelić završio je svoju detaljnu prezentaciju ostvarenih rezultata u prvoj godini istraživanja na projektu „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine“ s naglaskom kako su u tijeku istraživanja vitaliteta korijenskog sustava prirodnog ponika hrasta lužnjaka nakon poplava.

Sadržaj istraživanja iz područja ekologije šuma odnosio se na:

1. Intenzitete odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena
2. Odnos odumiranja prema vrstama šumskog drveća i mikroreljefu
3. Odnos odumiranja prema suši i poplavi
4. Utjecaj klimatskih čimbenika na odumiranje
5. Utjecaj hidroloških čimbenika na odumiranje
6. Utjecaj strukturnih čimbenika na odumiranje
7. Kemijska analiza oborinske i poplavne vode

Glavni ciljevi istraživanja bili su:

1. Izračunati intenzitete odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena prema volumenu
2. Usporediti intenzitete odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena prema mikroreljefu
3. Utvrditi dinamiku odumiranja stabala
4. Utvrditi odnose između odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena
5. Prikazati odumiranje stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena u odnosu na stanišne i strukturne čimbenike
6. Prikazati kemijske analize oborinske i poplavne vode.

Doc. dr. sc. Damir Ugarković detaljno je iznio metodologiju rada za izračun klimatskih elemenata i indeksa. Za analize vodostaja vodotoka Novska korišteni su podaci o maksimalnim, srednjim i minimalnim vodostajima za mjesecu od travnja do rujna. Podzemna voda mјerena je u odjelima 5a i 9b na četiri dubine. Sušne godine i sušna razdoblja utvr-



Doc. dr. sc. Damir Ugarković izvijestio je sudionike skupa o rezultatima dobivenim u prvih 12 mjeseci u potprojektu „Ekologija šuma“, glavnog projekta „Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine“

đena su metodom percentila i na osnovu Walterovih klimatskih dijagrama, a poplavna razdoblja dobivena su iz šumskih kronika. Podaci o strukturnim čimbenicima prikupljeni su iz obrazaca O–2: starost sastojine (godine), obrast, (N/ha), temeljnica (m^2/ha), drvni volumen (m^3/ha) i godišnji tečajni prirast (m^3/ha). Iz obrazaca O–2 Osnove gospodarenja G.J. Josip Kozarac, prikupljeni su podaci o drvnom volumenu odumrlih stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena na razini svih odjela/odsjeka gospodarske jedinice. Podaci su prikupljeni za razdoblje od 1996. do 2014. godine. Intenzitet odumiranja stabala prikazan je u apsolutnom obliku kao m^3/ha . Klimatski podaci obrađeni su u program KlimaSoft 2.0. Statistička obrada podataka (deskriptivna statistika, jedno-smjerne analize varijance ANOVA, Spearman rank R i Kendall Tau korelaciju) provedena je u statističkom programu Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2003).

Na osnovu postavljenih ciljeva i metodologije rada detaljno su (tabelarno i grafički) prikazani rezultati. S obzirom na prosječnu stopu promjene, povećali su se intenziteti odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Najveći intenziteti odumiranja za obje šumske vrste bili su u sastojinama VI. dobnog razreda. Usporedbom intenziteta odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena prema mikroreljefu utvrđeno je značajno veće odumiranje hrasta lužnjaka u odnosu na poljski jasen u dva tipa mikroreljefa, greda i niza. U bari nisu utvrđene značajne razlike u odumiranju hrasta lužnjaka i poljskog jasena. S obzirom na mikroreljef ne postoje značajne razlike u intenzitetima odumiranja hrasta lužnjaka u tri tipa mikroreljefa. Odumiranje poljskog jasena se statistički značajno povećavalo od mikroreljefa greda prema mikroreljefu bara. Odumiranje se stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena pojavljivalo svake godine s većim

ili manjim intenzitetom i ono je značajno povezano s dje-lovanjem različitih nepovoljnih čimbenika. Klimatski, hidrološki i strukturni čimbenici utječu na odumiranje staba hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Hrast lužnjak više je osjetljiv na klimu i klimatske promjene u odnosu na poljski jasen. Od klimatskih čimbenika na odumiranje hrasta lužnjaka značajno utječe puno više klimatskih elemenata i indeksa kao što su maksimalna ljetna i srednja godišnja temperatura zraka, količina oborina u proljeće i godišnja količina oborina, godišnji i ljetni toplinsko vlažni indeks, evaporacija i deficit vlažnosti klime. Na odumiranje poljskog jasena utječe jedino smanjenje godišnje količine oborina. Na intenzitete odumiranja obje istraživane vrste značajno utječe pad razine podzemne vode, pogotovo u dubljim slojevima pedosfere. Suša i poplava kao dva ekstrema također značajno utječu na odumiranje hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Smanjenje srednjeg i minimalnog vodostaja vodotoka utječe na odumiranje hrasta lužnjaka, dok smanjenje maksimalnog vodostaja vodotoka utječe na odumiranje poljskog jasena. Svi istraživani strukturni čimbenici utječu na odumiranje hrasta lužnjaka, dok na odumiranje poljskog jasena značajno utječe jedino povećanje obrasti i broja stabala u sastojini. Prosječni godišnji intenziteti odumiranja hrasta lužnjaka i poljskog jasena manji su od iznosa godišnjeg tečajnog prirasta. Na kraju prezentacije doc. dr. sc. Damir Ugarković upoznao je sudionike skupa o rezultatima kemijske analize oborinskih i poplavnih voda. Kod aluminija su utvrđene veće vrijednosti od graničnih za kazetu i baru. Za željezo su također utvrđene veće vrijednosti iznad graničnih i to u kazeti, nizi i bari dok je kod magana utvrđena veća vrijednost iznad granične samo u nizi. Ostali istraživani elementi bili su ispod graničnih vrijednosti.

(tekst: Doc. dr. sc. Damir Drvodelić)



Doc. dr. sc. Stjepan Mikac izvijestio je sudionike skupa o potrebi trajnog i dugoročnog motrenja šumskih ekosustava u promijenjenim ekološkim uvjetima te o mogućim posljedicama klimatskih promjena na buduće gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj.

Posljednjih nekoliko desetljeća u svijetu se, pa tako i u Europi, pojačao interes za dugoročna i opsežna praćenja stanja šumskih ekosustava. Razlog tome je nedostatak izvornih, referentnih i dugoročnih serija podataka. Upravo su prašumski rezervati prepoznati kao referentna stanja prirodnosti čijim se monitoringom, uz monitoring u negospodarskim šumama, dobivaju vrijedni podaci pomoći kojih je moguće objasniti i realnije sagledati prirodnu dinamiku i varijabilnost određenih indikatora. Hrvatska, u usporedbi s većinom Srednjoeuropskih zemalja, ima razmjerno prirodne šumske ekosustave u pogledu sastava vrsta, strukture i funkcije sa brojnim visoko vrijednim lokalitetima koji posjeduju karakter izvornih prašuma. Danas je u Europi preostalo svega oko 3 milijuna ha prašuma što čini svega 1,7 % ukupne površine šuma. Najveći kompleksi prirodnih, netaknutih šuma mogu se naći u Finskoj i Švedskoj ili u udaljenim i nepristupačnim planinskim predjelima Srednje i Istočne Europe. Većina tih prašumskih ostataka nalazi se u zaštićenim prirodnim područjima i rezervatima (Diaci 1999). Ti su šumski predjeli prepuni spontanom prirodnom razvoju te predstavljaju najprirodniji odnosno prirodi najbliži oblik šumskoga ekosustava ili češće, ostatak ekosustava kakav je nekada postojao.

Prirodne nizinske prašume u Europi gotovo da i ne postoje. Time je nepovratno izgubljena vrlo važna referentna točka za istraživanja u šumarstvu i ekologiji općenito. Gubitak prirodnih ekosustava uvijek je primarno povezan s gubitkom podataka, tako da se danas cijela Europa nalazi u projekciju znanstvenih spoznaja o funkcioniranju nizinskih ekosustava.

Ideja o sustavnom multidisciplinarnom ekološkom monitoringu u Hrvatskoj pojavila se 1965. godine, no nije uspješno realizirana. Na osnovi te ideje, te potaknuto povećanjem sveukupnog interesa za praćenje promjena i dinamike prirodnih ekosustava, početkom 80-tih godina osnovane su trajne pokusne plohe po načelima UNESCO-vog programa MAB (Man and the Biosphere Programme). Nažalost, nakon prvostrukne uspostave, ove plohe nisu dalje sustavno praćene.

Interes u proučavanju prašuma, njihove strukture, kompozicije i funkcije u posljednjih nekoliko desetljeća nalazi veliki interes u sveukupnoj znanstvenoj zajednici. U novije se vrijeme traži model koji opisuje funkcioniranje prirodnog šumskog ekosustava kao moguće inspiracije za "prirodi blisko" gospodarenje šuma. Također, vodi se intenzivna rasprava o poboljšanju šumarskih strategija upravljanja koje omogućavaju održavanje sveukupne biološke raznolikosti, a ne baziraju se samo na primarnu proizvodnju drveta (MCPFE 2005). Da bi se postigao takav konsenzus, potrebna su opsežna istraživanja koja nalaze uporište u šumama s visokim stupnjem prirodnosti (prašume) kao referentnim stanjem prirodnosti za gospodarenje šumama.

Prašume omogućuju istraživanja prirodne dinamike i ravnoteže šumskih ekosustava. Nadalje, prašume dobivaju sve veću pozornost za očuvanje biološke raznolikosti što dokazuje i rapidno povećanje broja znanstvenih publikacija unazad nekoliko zadnjih godina. Istraživanja su usmjerena na identifikaciju pokazatelja biološke raznolikosti prašuma (staništa i vrsta) koja se mogu koristiti za procjenu održivog načina gospodarenja šumama.

Mnogobrojna istraživanja usmjerena su na: 1) kruženje i pohranu ugljika, 2) proučavanje prirodnih poremećaja i dinamike prašumskih sastojina, 3) proučavanje dinamike pomlađivanja, 4) proučavanje dinamike mrtvoga drveta, 5) proučavanje biološke raznolikosti i dinamike vegetacije, 6) proučavanje izmjene vrsta i kompozicije, 7) primjena rezultata istraživanja prašuma u gospodarenju šumama i zaštiti prirode. Navedena istraživanja, premda relativno brojna, usredotočuju se na pojedine segmente dinamike prašuma, ali još uvijek nedostaje međusobna povezanost istraživanja na jednom objektu koja bi rezultirala konceptualnim modelom razvoja prašuma obuhvaćajući sve komponente ekosustava.

Interes za dugoročnim monitoringom šumskih ekosustava u Europi u današnje je vrijeme izuzetno ojačao i to zbog vrlo izraženih recentnih promjena (klimatskih) i povećanih potreba za iskorištavanjem šumskih resursa. Jedna od najopsežnijih inicijativa je projekt FUTMON (Forest Monitoring For The Future), koji je najveći europski LIFE+projekt s ukupno 38 partnera iz 23 zemlje članice te za sada obuhvaća 300 intenzivnih ploha i 5500 ploha većih razmjera koje se protežu od Skandinavije do juga Italije. Svrha monitoringa jest praćenje vitalnosti i adaptacije na klimatske promjene, praćenje ciklusa hraniva i hidrološkog ciklusa. Osim ovoga programa, u Europi je uspostavljen program ALTER-Net (A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network). Ovaj program predstavlja mrežu 27 partnerskih ustanova iz 18 europskih zemalja s ciljem integracije istraživačkih kapaciteta u Europi. Istraživanja su usmjerena na praćenje promjena biološke raznolikosti i njihovog učinka na promjene usluga ekosustava radi boljeg informiranja javnosti i političkih struktura na europskoj razini. Program EFERN (European Forest Ecosystem Research Network) je pan-europska mreža s ciljem promicanja koordinacije istraživanja šumskih ekosustava i poboljšanja komunikacije među znanstvenicima koji rade u tom području. EFERN je postavljen 1996. godine kao rezultat ministarskih konferencija o zaštiti europskih šuma u Strasbourg (1990) i Helsinkiju (1993) s ciljem promicanja ekoloških istraživanja za održivo gospodarenje šumama. Daje naglasak na buduća istraživanja šumskih ekosustava uz prihvatanje ideje o multifunkcionalnoj ulozi šuma, koje ima za cilj integraciju znanstvenih istraživanja šumskih ekosustava iz čega pak proizlazi izbor odgovarajućih metoda upravljanja i gospodarenja šumama. Treba



Ovo je bio jedini način doći do predviđenih objekata

istaknuti i globalnu inicijativu ILTER (International Long Term Ecological Research). Ona se sastoji od mreže znanstvenika koji se bave dugoročnim ekološkim i socio-ekonomskim istraživanjima, a djeluju u okviru regionalnih LTER (Long Term Ecological Research) mreža. ILTER je utemeljen 1993. godine s ciljem boljeg razumijevanja ekosustava, što uključuje njihovu strukturu, funkcije i dugoročno odgovor na ekološke, društvene i ekonomske promjene na globalnoj razini.

Važnost dugoročnih ekoloških motrenja u šumskim ekosustavima prepoznata je od strane mnogih europskih zemalja, tako npr. Švicarska provodi trajni monitoring rasta i razvoja šuma već 126 godina počevši sa 12 trajnih pokušnih ploha, a danas ih ima 450 (površina 150 ha). Osim Švicarske treba istaknuti i druge europske zemlje poput



Odsjek 106a G.J. Josip Kozarac obrastao amorfom. U prvom planu vidimo sadnice hrasta u Tuleyevim cijevima

Slovačke, Češke, Slovenije, Austrije, Njemačke, Mađarske, Francuske, Italije, ali i brojne druge zemlje koje imaju uspostavljen trajni monitoring šumskih ekosustava s ciljem praćenja promjena i boljeg razumijevanja dinamike šuma.
(tekst: Doc. dr. sc. Stjepan Mikac)

Kronologija i analiza obnove u pojedinim odsjecima G.J. Josip Kozarac

1) Obnova sastojina hrasta lužnjaka (EGT: II-G-22) u odsjecima 97a, 101a, 106a, 126c i 166b

Provodenje oplodnih sjeća u sastojinama hrasta lužnjaka provodi se temeljem propisa Osnove gospodarenja za gospodarsku jedinicu Josip Kozarac. a uz korištenje tehnologija rada propisanih pravila šumarske struke.

U gore navedenim odsjecima, u kojima je postignuto dobro pomlađenje, napravljen je dovršni sjek, naknadno dolazi do smanjivanja broja pomlatka. Pomladak je reducirana najviše od glodavaca, a potom i od: poplavne vode, ledene kore, suše, mraze i divljih svinja. Napominjemo da je za sve odsjeke korištena ista tehnologija rada.

U većini odsjeka je primjena navedene tehnologije rada polučila dobre rezultate u smislu podizanja kvalitetnih mlađih sastojina hrasta lužnjaka. Kao primjer navodimo odsjeke u kojima je sada dobro stanje (126c, 166b) i onih gdje je sada znatno lošije stanje (97a, 101a, 106a).

Redoslijed radova koji je korišten u obnovi sastojina oplodnom sjećom je: pripremni sjek, priprema staništa, ogradijanje sastojine, reduciranje broja glodavaca, naplodni sjek, njega ponika i pomlatka, zaštita od pepelnice, dovršni sjek, njega pomlatka, reduciranje broja glodavaca i zaštita od pepelnice.

Provodenje dovršnog sjeka napravljeno je po uspješnoj pomađnji, a po provjeri i odobrenju šumarskog inspektora.



Ispred Hrvatskih šuma d. o. o. problematiku gospodarenja su prezentirali voditelj UŠP Zagreb, Krinoslav Jakupčić, dipl. ing., voditelj odjela za proizvodnju, Damir Miškulin, dipl. ing., stručni suradnik za uzgajanje šuma mr. sp. Damir Pavelić, upravitelj šumarije Lipovljani, Dinko Hatze, dipl. ing. i revirnica Marija Špencić, dipl. ing.

Nakon idealnog pomlađenja navedenih odsjeka dolazi do propadanja prirodnog pomlatka, na većim površinama (97a, 101a i 106a), zbog izrazito velikog broja glodavaca (prilog Zapisnik o štetama na pomlatku, ur.br.299/2008). Prema uputama iz navedenog zapisnika pristupamo pokušnoj sadnji u Tuleyeve cijevi. Praćenjem pokusnih ploha sadnje u Tuleyeve cijevi primjećeno je da nema šteta (glodavci, divljač), pri čemu smo pristupili sadnji sadnica u Tuleyeve cijevi na većim površinama.

Međutim, u odsjecima 97a, 101a i 106a zbog izrazito visoke poplavne vode u vrijeme vegetacije (svibanj-lipanj), većoj brojnosti glodavaca, te djelomično divljih svinja nastavlja se propadanje i opstanak postojećeg pomlatka kao i novo- posađenih sadnica u Tuleyeve cijevi.

Zapisnik o šteti od glodavaca u G.J. Josip Kozarac

U odsjecima 166b, 126c i 106a vidljive su štete od voluharica uništenjem korijenovog sustava, a u 133d na sadnicama štete su nastale glodanjem nadzemnog dijela sadnice. U svim odsjecima su postavljeni otrovni mamci (i sada se nalaze) za glodavce, ali štete su znatne i dalje su prisutne. Budući da su u navedenim odsjecima postavljene pokusne plohe u kojima će se pratiti stanje biljaka i sadnica konačne štete će se moći utvrditi tek za vrijeme vegetacije (5 i 6 mj.). S obzirom na tako veliku brojnost glodavaca i znatne štete na biljkama čak i u stadiju mlađeg mladiča zaključeno je da se ne vrši sadnja sadnica prema planu za proljeće 2008. godine, osim ako se aktivnost glodavaca ne smanji krajem veljače i početkom ožujka zbog pojave rane zeljaste vegetacije. Dogovoren je da se otrovni mamci više ne postavljaju jer nema očekivanog rezultata (štete su i dalje velike). Predloženo je da se u 2. i 3. mjesecu u planiranim odsjecima izvrši kontrolna sadnja (po 200 kom sadnica klasično i u Tuleyeve cijevi) radi utvrđivanja intenziteta šteta od glo-

davaca. Ako štete budu smanjene u drugoj polovini 3. mjeseca treba izvrši planiranu sadnju u maksimalno mogućoj količini. Uz već postavljene plohe, za praćenje štete na biljkama u odsjecima: 126c, 133b,d, 154c, 166b, 174a, 190a i 189b treba postaviti plohe i u sljedećim odsjecima: 8a, 15a, 19c, 47a, 57a, 82c, 85d, 88b, 91a, 97a, 101a, 124c,d i 106a,b.

2) Prevodenje sastojina poljskog jasena u u.r. hrasta lužnjaka (EGT: II-G-22)

Kao primjer obnove sastojina poljskog jasena po načelima oplodnih sječa uz unos hrastovog žira pod staru sastojinu navodimo dva primjera gdje je korištena ista tehnologija rada.

U odsjecima 68a i 81a pristupilo se obnovi oplodnim sječama, pri čemu je poštivan redoslijed radova u obnovi sastojina oplodnom sjećom: pripremni sjek, priprema staništa, ogradijanje sastojine, reduciranje broja glodavaca, unos žira pod staru sastojinu, naplodni sjek, njega ponika i pomlatka, zaštita od pepelnice, dovršni sjek, njega pomlatka i zaštita od pepelnice.

U.R. POLJSKOG JASENA		
Odjel/odsjak	68a	81a
Površina (ha)	25,27	25,71
Godina pripremnog sijeka	2006.	–
Godina naplodnog sijeka	2010.	2011.
Godina dovršnog sijeka	2013.	
Postavljanje ograde	2010.	2011.
Unos žira: godina/tona	2010./16; 2011./1,6	2011./16; 2012./2,8
Suzbijanje glodavaca	2010.–2014.	2011.–2014.
Njega pomlatka	2011.,2014.	2012.,2014.
Zaštita od pepelnice	2011.–2014.	2012.–2014.



Na gredi problema s obnovom nema





Zajednička fotografija svih sudionika

U odsjeku 68a primjena navedene tehnologije rada poluciла je dobre rezultate u smislu podizanja kvalitetne mlađe sastojine hrasta lužnjaka, dok je u odsjeku 81a znatno lošije stanje.

Kao primjer uspješne sadnje sadnica poljskog jasena u Tuleyeve cijevi nakon dovršnoga sijeka prikazan je odsjek 88a.

U.R. POLJSKOG JASENA

Odjel/odsjek	88a
Površina (ha)	18,49
Godina pripremnog sijeka	2011.
Godina dovršnog sijeka	2013.
Priprema staništa	2011.
Sadnja sadnica u T. cijevi	2011.

U kasnijoj raspravi istaknuto je kako pri obnovi poplavnih šuma Posavine, tamo gdje su se stanišne prilike promijenile, ne treba uvijek forsirati hrast lužnjak već treba pokušati i s poljskim jasenom ili drugim vrstama koje će se bolje prilagoditi promijenjenim stanišnim prilikama.

prof. dr. sc. Milan Oršanić rekao je kako treba uvidjeti i vlastite pogreške i slabosti. Istaknuo je kako zbog politike štednje često u sastojine unosimo premali broj sadnica po jedinici površine, često je upitna i sama kvaliteta sadnje i



Dr. sc. Vlado Topić

kontrola iste. Općenito, potrebno je više stručnog rada i boravka stručnog osoblja na terenu.

Dr. sc. Vlado Topić pohvalno se izrazio o viđenom na današnjoj stručnoj temi. Posebno zadovoljstvo izrazio je prezentacijom mladih znanstvenika u uvodnom dijelu, jer probleme u šumarstvu, kako vezane za današnju temu, tako i općenito, možemo riješiti samo implementacijom znanosti i najnovijih znanstvenih istraživanja.

EDUARD KALAJDŽIĆ, dipl. ing. šum.

(1931–2015)

Goran Vincenc, dipl. ing. šum.

Nažalost, opraćamo se od još jednog dragog čovjeka, prijatelja i kolege, doajena hrvatskoga šumarstva Eduarda Kalajdžića, našega Ede, čije srce je prestalo kucati 8. kolovoza 2015. godine. Napustio nas je nakon duge i teške bolesti koja nije ostavila traga na njegovom vedrom duhu. Jedan je mislilac svojevremeno ustvrdio kako je "većini ljudi suđeno da im životi prođu uzalud". Svi koji su poznavali Edu s punim pravom mogu reći i posvjedočiti kako se to ne odnosi na čovjeka s kojim smo se uvijek rado družili. Eduardov je cijeli život i svaki radni dan bio ispunjen, nije znao stati, uvijek je tražio više i bolje, unosio je cijeloga sebe, a to je tražio i od svojih suradnika, u svoj životni odabir i cilj – podići se iz pepela, podići novu šumu, novi život.

Eduard Kalajdžić rođen je u Novoj Gradišci 1931. godine u obrtničkoj obitelji od oca Slavka i majke Elizabete r. Brandweiner.

U šumarskoj će enciklopediji ostati zabilježeno da je nakon osnovne škole koju je 1941. završio u svojoj rodnoj Novoj Gradiški, pohađao novogradišku Realnu gimnaziju te diplomirao na Šumarskom fakultetu u Zagrebu 1957. godine. Svoj bogati radni vijek započeo je prije diplome zaposlivši se kao referent za lovstvo u Šumskom gospodarstvu Bilje pri tadašnjem Lovno – šumskom gospodarstvu „Košutnjak“, kasnije JPŠG „Jelen“, gdje je radio kao mladi inženjer sve do 1963. godine kada prelazi u šumsko gospodarstvo Osijek na mjesto upravitelja šumarije Osijek. Pokazavši veliko znanje i zalaganje na tom poslu, postaje direktor Šumskog gospodarstva Osijek, gdje ostaje sve do 1977. godine kada postaje direktor RZZS i zamjenik generalnog direktora ROŠ „Slavonska šuma“ Vinkovci. Najznačajniji i najplodniji dio svog života upravo je dao u periodu Slavonske šume kojoj je bio osnivač i na čijem čelu je bio sve do gašenja iste i stvaranja JP Hrvatske šume 1. siječnja 1991. godine. U novoosnovanoj tvrtki radio je kao šef Komercijalnog odjela Uprave šuma Osijek te pred mirovinu, kao savjetnik upravitelja za šumarstvo UŠP Osijek i rukovoditelj odjela za ekologiju. Bio je istaknuti član Hrvatskog šumarskog društva te predsjednik osječkog ogranka HŠD-a. Inicijator je i pokretač manifestacije „Dani slavonske šume“ u Našicama, koja se ove godine održala po 15-ti puta.



Eduard je i nakon odlaska u mirovinu ostao aktivan u lovstvu, aktivnosti koja mu je pružala istinsko zadovoljstvo i koja mu je predstavljala početak bogate karijere. Mirne dane u mirovini kratio je pišući za vrlo popularnu rubriku „Dnevnik staroga lovca“ u časopisu Glas lova i ribolova, gdje je prepričavao doživljaje i anegdote vezane za posjete državnika koji su dolazili u Baranju u lov za vrijeme bivše države.

Iza njega ostaju brojni tragovi njegova djelovanja tijekom radnoga vijeka kojima je zadužio buduće generacije šumara, kojima je često znao pomoći korisnim savjetima kako bi ih učinio boljim šumarama i ljudima. A naš Edo bio je dobar radnik i dobar čovjek, i to je najviše što ljudski biće za života može postići, da ga ljudi pamte kao takvog.

Iako je u mirovinu otišao skoro prije 20 godina, nikada nije prestao biti dio šumarskog kolektiva. Često je znao obići svoje kolege, pitao što se radi, što se promijenilo u šumarstvu i pričao kako se nekad radilo.

Vječna je tajna tko će i koliko živjeti i kada će u vječna sjećanja. Ako je življenje istodobno i umiranje i put prema smrti, onda će Edo vječno živjeti u mislima svojih kolega šumara.

Na posljednjem ispraćaju kolege Eduarda Kalajdžića 11. kolovoza 2015. godine na groblju sv. Ane u Osijeku prigodnim riječima u ime Hrvatskih šuma i Hrvatskog šumarskog društva oprostio se predsjednik HŠD-a – ogrank Osijek Zoran Šarac dipl. ing. šum., uputivši pritom iskrenu sućut kćerkama Jasenki, Editi i Gabrijeli, unucima i ostaloj rodolini.



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su " Švicarskom preciznošću " u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.



Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (*Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers*) osnovana je na temelju Zakona o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije (NN 22/06).

Komora je samostalna i neovisna strukovna organizacija koja obavlja povjerene joj javne ovlasti, čuva ugled, čast i prava svojih članova, skrbi da ovlašteni inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i uskladjuje njihove interese pred državnim i drugim tijelima u zemlji i inozemstvu.

Članovi Komore:

- inženjeri šumarstva i drvne tehnologije koji obavljaju stručne poslove iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije.

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

- projektiranje, izrada, procjena, izvođenje i nadzor radova iz područja uzgajanja, uređivanja, iskorištavanja i otvaranja šuma, lovstva, zaštite šuma, hortikulture, rasadničarske proizvodnje, savjetovanja, ispitivanja kvalitete proizvoda, sudskoga vještačenja, izrade i revizije stručnih studija i planova, kontrola projekata i stručne dokumentacije, izgradnja uređaja, izbor opreme, objekata, procesa i sustava, stručno osposobljavanje i licenciranje radova u šumarstvu, lovstvu i preradi drva.

Javne ovlasti Komore:

- vodi imenik ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije,
- daje, obnavlja i oduzima licencije (odobrenja) pravnim i fizičkim osobama za obavljanje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- utvrđuje profesionalne obveze članova i njihovo obavljanje u skladu s kodeksom strukovne etike,
- provodi stručne ispite za ovlaštene inženjere,
- drugi poslovi koji su utvrđeni kao javne ovlasti.

Akti koje Komora izdaje u obavljanju javnih ovlasti, javne su isprave.

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa interese svojih članova,
- daje stručna mišljenja kod pripreme propisa iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- organizira stručno usavršavanje svojih članova,
- izdaje glasilo Komore te druge stručne publikacije.

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te posizvanje ciljeva ravnopravnoga i jednakovrijednoga zastupanja struka udruženih u Komoru, članovi Komore organizirani su u strukovne razrede:

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

Članovi Komore imaju odgovornosti u obavljanju stručnih poslova sukladno zakonskim i podzakonskim aktima te Kodeksu strukovne etike.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napis o zaštiti prirode povezane uz šume, o obiljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavlјivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – fusnote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fusnoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

Opseg teksta članka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati u uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvida, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

Pravila za citiranje literaturе:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.–str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.–str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

Knjiga: Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistarski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1.5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F, 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

Book: Last name, F, 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F, 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Tipični materinski hodnični sustav malog osmerozubog smrekinog potkornjaka, *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872). ■ Figure 1. Typical maternal galleries of small spruce bark beetle, *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872).



Slika 3. Stražnji dio pokrilja – obronak, kod *I. typographus* (lijevo) ne sjaji se poput obronka *I. amitinus* (desno). ■ Figure 3. Dull surface of *I. typographus* elytral declivity (left) next to shiny and reflective one of *I. amitinus* (right).



Slika 2. Materinski i larvalni hodnični sustav smrekinog pisara *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). ■ Figure 2. Maternal and larval galleries of European spruce bark beetle *Ips typographus* (Linnaeus, 1758).



Slika 4. Ticala (kijačice) *I. typographus* (lijevo) i *I. amitinus* (desno) ■ Figure 4. Antennae (clubs) of *I. typographus* (left) and *I. amitinus* (right).

Ips amitinus – jedva poznat i nedovoljno istražen potkornjak gorske Hrvatske

Ips amitinus (Eichhoff, 1872) blizak je srodnik najpoznatijem europskom potkornjaku, „ubojici obične smreke“, šumarima dobro znanom smrekinom pisaru – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Obje vrste usko su vezane na svog domaćina, običnu smreku i vrlo su velikog područja rasprostiranja (s izuzetkom sjevera Europe gdje je *I. amitinus* vrlo rijedak ili ga nema). Razlog zašto ovoga puta želimo skrenuti pozornost na ovog našeg autohtonog potkornjaka je činjenica da o njegovoj rasprostranjenosti u Hrvatskoj, biologiji i njegovoj mogućoj ulozi u procesima sušenja obične smreke znamo vrlo malo, gotovo ništa! O ovom se potkornjaku malo zna i u zemljama sa znatno većim udjelom obične smreke, a time i akumuiranim dugogodišnjim iskustvom u zaštiti šuma od prenamnoženja smrekinih potkornjaka – dominantno smrekinog pisara. Biologija obaju vrsta uvelike je slična, iako postoje neke razlike u fenologiji i naznake kompeticijskih obilježja u pogledu distribucije galerija po deblu, mogućnosti razvoja u drugim vrstama osim smreke (*I. amitinus* nerijetko u borovima) i njihovoj različitoj zastupljenosti prema nadmorskoj visini. Na fotografijama su prikazane najmarkantnija razlikovna morfološka obilježja galerijskog sustava i samih imagi. Fotografije su načinjene tijekom terenskih istraživanja na području Like (okolica Perušića), u srpnju 2015. godine i najsvježiji su dokaz o prisutnosti malog osmerozubog potkornjaka u Hrvatskoj.

Ips amitinus – hardly known and poorly researched Croatian mountainous bark beetle species

Small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) is closely related to a notorious „spruce killer“, a well known European spruce bark beetle, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Both species are tied to their main host, Norway spruce, and have large area of distribution (with the exception of Northern Europe where *I. amitinus* is absent or very rare). The reason why we are focusing on this native Croatian bark beetles species today is a serious lack of knowledge, both on its distribution range, biology and its role in spruce forest decline. The level of knowledge European wide is no better, mostly because of the population dominance of the larger one (*I. typographus*) and the severity of its outbreaks. The biology of both species is largely similar, though with some phenological differences and signs of competitive displacement within the tree and in elevation zones. The most significant morphological features by which one can differentiate these two bark beetles are depicted on the photos above. They were shot during the field research in July 2015 in the area of Lika (vicinity of Perušić) and present latest evidence of *I. amitinus* presence in Croatia.