

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



9-10

GODINA CXLII
Zagreb
2018

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY
članica
HIS
O DRUŠTVU
ČLANSTVO

stranice ogranača:
BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA
SEKCija ZA BIOMASU
SEKCija ZA ZAŠTITU ŠUMA
EKološKA SEKCija
SEKCija ZA KULTURU, SPORT I
REKREACIJU

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

aktivna karta Zagreb
Trg Mažuranića 11
tel: +385(1)4828359
fax: +385(1)4828477
mailto: herd@sumari.hr

www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
171. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 3000 članova

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA
14037 osoba
22348 biografskih činjenica
14806 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST
142. godina neprekidnog izlaženja
1084 svezaka na 82276 stranica
15830 članaka od 2901 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA
4317 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2929 autora
izdanja od 1732. do danas

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA
ŠUMARSKI LIST
DIGITALNA BIBLIOTEKA
ŠUMARSKI LINKOVI



Naslovna stranica – Front page:

Park prirode Kopački rit
(Foto: Dragomir Pfeifer)

Kopački Rit Nature Park
(Photo. Dragomir Pfeifer)

Naklada 1650 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

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva
i drvene tehnologije
Finansijska pomoć Ministarstva znanosti
obrazovanja i sporta

"Izdavanje ovog časopisa sufinanciralo
je Ministarstvo poljoprivrede sredstvima
naknade za korištenje općekorisnih
funkcija šuma. Ovdje navedeni stavovi
ne moraju nužno održavati stavove
Ministarstva poljoprivrede"

"The publication of this journal was
co-financed by the Ministry of Agriculture
with funds collected from the tax
on non-market forest functions.
The opinions expressed here do not
necessarily reflect the views
of the Ministry of Agriculture".

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

Grafička priprema:
LASERplus d.o.o. – Zagreb
Tisak: 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. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. |
| 2. Mr. sc. Boris Belamarić | 13. Mr. sc. Petar Jurjević | 24. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 3. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 14. Tihomir Kolar, dipl. ing. šum. | 25. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 4. Davor Bralić, dipl. ing. šum. | 15. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 26. Ariana Telar, dipl. ing. šum. |
| 5. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 16. Daniela Kučinić, dipl. ing. šum. | 27. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 6. Dr. sc. Lukrecija Butorac | 17. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 7. Mr. sc. Danijel Cestarić | 18. Akademik Slavko Matić | 29. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 8. Mr. sp. Mandica Dasović | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 30. Dr. sc. Dijana Vuletić |
| 9. Mr. sc. Josip Dundović | 20. Boris Miler, dipl. ing. šum. | 31. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 10. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 21. Marijan Miškić, dipl. ing. šum. | |
| 11. Prof. dr. sc. Ivica Grbac | 22. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | |

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

1. Šumske ekosustav – 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*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,

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. Sanja Perić,

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. Iskoristavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky,

urednik područja – Field Editor

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,

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*

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

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

Doc. dr. sc. Radek Pokorný, Češka Republika – *Czech Republic*

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* 923 + 619 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.1 Teslak, K., M. Žunić, K. Beljan, J. Čavlović Stanje i izazovi gospodarenja privatnim šumama u Hrvatskoj u postojećim ekološkim i sociološkim okolnostima – Status and challenges of small-scale private forest management in actual ecological and social circumstances – Croatia case study.....	459
UDK 630* 453 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.2 Kasumović, L., Å. Lindelöw, B. Hrašovec Influence of predator abundance and winter mortality on reproduction of bivoltine populations of <i>Ips typographus</i> L. (Coleoptera: Curculionidae) – Utjecaj gustoće predatora i zimskog mortaliteta na reprodukciju bivoltinih populacija smrekovog potkornjaka <i>Ips typographus</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)	473
UDK 630* 443 + 451 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.3 Mihelčić M., J. Habuš, M. Vučelja, P. Svoboda, I.-C. Kurolt, A. Markotić, N. Turk, J. Margaretić, M. Šantić Prevalence of <i>Francisella tularensis</i> in the population of small mammals species in continental forests of Croatia – Prevalencija bakterije <i>Francisella tularensis</i> u populaciji sitnih sisavaca u kontinentalnim šumama Hrvatske.....	481
UDK 630* 451 + 153 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.4 Šiljeg S., I. Marić, G. Nikolić, A. Šiljeg Accessibility analysis of urban green spaces in the settlement of Zadar in Croatia – Analiza dostupnosti urbanih zelenih površina u naselju Zadar, Hrvatska	487
UDK 630* 360 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.5 Fornea M., M. Bîrda, S. A. Borz, B. Popa, Ž. Tomašić Harvesting conditions, market particularities or just economic competition: a Romanian case study regarding the evolution of standing timber contracting rates – Uvjeti pridobivanja drva, osobitosti tržišta ili tržišno natjecanje: rumunjska studija slučaja o kretanju ugovornih stopa za drvo na panju	499
UDK 630* 181.5 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.6 Bayraktar A., F. Atar, N. Yildirim, I. Turna Effects of different media and hormones on propagation by cuttings of European Yew (<i>Taxus baccata</i> L.) – Utjecaj različitih supstrata i hormona na zakorjenjivanje reznica obične tise (<i>Taxus baccata</i> L.)	509
UDK 630* 164 (001) doi:10.31298/sl.142.9-10.7 Daničić V., B. Kovačević, D. Ballian Varijabilnost morfoloških svojstava ploda europskog pitomog kestena (<i>Castanea sativa</i> Mill.) u prirodnim populacijama Bosne i Hercegovine – Variability in fruit morphology of european Sweet chestnut (<i>Castanea sativa</i> Mill.) in natural populations in Bosnia and Herzegovina	517

Pregledni članak – Review

UDK 630* 114.2 + 272 doi:10.31298/sl.142.9-10.8 X. ZENG Influence of tourism disturbance on carbon, nitrogen, and enzyme activities of the soil in an urban park in China – Utjecaj turizma na aktivnost ugljika, dušika i enzima u tlu u urbanom parku u Kini.....	529
---	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač K.	
Patka lastarka (<i>Anas acuta</i> L.)	537
Medvedović J.	
Mi i životni prostor	538
Franjić J.	
Neke zanimljivosti iz Triglavskoga nacionalnoga parka.....	541

Knjige i časopisi – Books and journals

Meštrić B.	
Pregled pisanja odabralih časopisa u redakcijskoj razmjeni Šumarskog lista	547

IZ HŠD-a – From the Croatian forestry association

Grginčić I., O. Vlainić	
Karlovački ogrank Hrvatskoga šumarskoga društva svečano obilježio 65 godina rada	555

RIJEČ UREDNIŠTVA

POVODOM 120. OBLJETNICE

Ovoga 20. listopada obilježit ćemo dvije obljetnice, 120 godina od izgradnje Šumarskoga doma i početka visokoškolske šumarske nastave u Hrvatskoj, upravo u Šumarskome domu. Naime, toga dana 20. listopada 1898. godine počela je s radom Šumarska akademija u sklopu tadašnjeg Mudrošlovnog (Filozofskog) fakulteta, kao četvrta visokoškolska ustanova Sveučilišta u Zagrebu. Time je Hrvatsko šumarsko društvo ostvarilo još jedan temeljni cilj, nakon dovođenja u Hrvatsku više šumarske nastave (Gospodarsko šumarsko učilište u Križevcima 1860. god. te početak tiskanja svoga znanstveno-stručnoga i staleškoga glasila Šumarski list 1877. god.). Za poznавanje i gospodarenje najsloženijim ekosustavom – šumom, potreban je visokostručni kadar, geslo je tadašnje politike (sugestija Marije Terezije), koje je putem Hrvatskoga šumarskoga društva ostvareno. Za razliku od današnje politike tada je šumarstvu i šumi dano tako vidno mjesto, koje mu po značaju i pripada. Gospodariti po načelu potrajanosti na gotovo polovici (47 %) kopnene površine Hrvatske zahtijeva drukčiji pristup šumi i šumarstvu u odnosu na današnji. Ponajprije, šumi treba vratiti protuvrijednost koju ona pruža. Ona je danas za mnoge neprepoznata, a nju Hrvatsko šumarsko društvo kao predstavnik objedinjene struke (šumarskoga obrazovanja, prakse i znanosti) neprestano ističe. Sa žaljenjem ističemo da resorni ministar do danas, unatoč molbi, nije našao za shodno primiti na razgovor rukovodstvo Hrvatskoga šumarskoga društva i informirati se o problemima dijela rezora kojega pokriva, i to na stručnoj, a ne političkoj razini. Baš nas interesira koliki će značaj dati obilježavanju spomenutih obljetnica?

Ostavit ćemo politiku i prelistati dvadeset prvo godište (ili tečaj kako piše) Šumarskoga lista i spomenuti samo neke značajnije napise iz davne 1898. god. Ponajprije treba istaknuti da je glavni urednik bio Josip Kozarac, državni nadšumar iz Vinkovaca, a časopis je tiskan u 12 brojeva.

Milan Tordony, kr. šumar polemizira na temu Preborna šuma – primjeri iz Šumarije Fužine – zagovara normalnost sastojine kojoj se gospodarenjem nastojimo približiti – cilj je potrajanje dobivati prihod, što je ovisno o strukturi sastojina. Tekst i rasprava poznatog nam A. Kerna naslovljen je

na temu „Uređivanje prebornih sastojina“. Gašo Vac, krapinski šumar piše „Šume i šumsko gospodarenje u Donjo Miholjačkom kotaru“ općenito, a potom o vlastelinskim i o šumama zemljinih zajednica, posebice hrastovim šumama. Na temu „Kasni (pozni) hrast (*Quercus pedunculata var. tardisima* Simonkai), glavni urednik Josip Kozarac najavljuje dvije rasprave koje slijede: kr. ugarskog nadšumara Ivana Földesa i W. Nikodema šumarskog upravitelja Turn-Taxisa u Lekeniku.

S. Partaš piše na temu „O lugarnicama i lugarskim tečajevima; Aus dem Walde i vin H. Burckhardt u nastavcima o zaštitnom drveću: a) za zaštitu tla, b) za zaštitu sastojine i c) kao zaštitni rub; Jos pl. Ane, kotarski šumar „Oštećenje voluhara u hrastovoj sastojini“; Slavko Sulki „Poledica i njene posljedice na Krašu“ (početak prosinca u Općini Hreljin); Nadšumar Kraft „O biološkim podlogama za uzgoj sastojina“ (u šumarskoj struci uvijek je osnovica praksa – teorijom se ne mogu šumarska pitanja a priori riješiti, no ona ima zadaću ono što proizlazi iz prakse, znanstveno obrazložiti); Dragutin Hirc u nekoliko nastavaka piše „Iglasto drveće i grmlje hrvatske flore“; Prof. J. Partaš „Hrast u visokoj šumi“; F.X. Kesterčanek „Treba li nam uz akademiju u Zagrebu muzej šumarskog društva?“ Naravno, tu su tekstovi: „Šumsko i gospodarsko knjižtvo, Zakoni i normativne naredbe, Zapisnici sa sjednica Upravljujućeg odbora, Državni ispit za šumarsku struku, Dražbe drvnih proizvoda (dakle prije 120 godina to se rješavalo po tržišnim načelima, a danas politika određuje cijene i puni džepove privatnika pod izlikom da čuva posebice male pilanare i potiče visoko finaliziranu (vidimo li je?) proizvodnju proizvoda iz drva, koja osigurava veće zapošljavanje?), Različite vesti“ i dr.

Naposljetku slijedi „Naredba kr. hrv.-dalm. zemaljske vlade, odjela za unutarnje poslove i za bogoštovje i nastavu od. 7. listopada 1898. br. 66102., kojom se izdaje naukovni i ispitni red za slušatelje šumarstva na mudrošlovnom fakultetu kr. sveučilišta Franjo Josip I. u Zagrebu“, sa satnicom predavanja, načinom polaganja ispita i dr. Godište završava s popisom članova („začasnih, utemeljiteljnih, podupirućih te članova I. i II. razreda“).

Uredništvo

EDITORIAL

ON THE OCCASION OF THE 120TH ANNIVERSARY

October 20th 2018 marks two important events: the 120th anniversary of the ceremonious opening of the Forestry House and the beginning of university forestry education in Croatia in the premises of the Forestry House. On October 20, 1898, the Forestry Academy was established within the Faculty of Philosophy as the fourth institution of higher education of the University of Zagreb. The Croatian Forestry Association fulfilled yet one more basic goal, after bringing higher forestry education into Croatia (Agriculture and Forestry College in Križevci in 1860 and the beginning of publishing its scientific forestry-specialized publication - Forestry Journal in 1877). To learn about and manage the most complex ecosystems, the forest, highly expert personnel is needed: this was the motto of the politics of that time (suggested by the Empress Maria Theresa). This motto was put to life through the Croatian Forestry Association. Unlike present-day politics, forestry and forests were then paid due importance. Implementing the principle of sustainability to manage forests that cover almost half (47 %) of the land territory of Croatia required a different approach to forests and forestry than is used today. First of all, the forest should be given back the values it provides. For many, these values are not recognized, although the Croatian Forestry Association as a representative of an integrated profession (forestry education, practice and science) continuously stresses them. We regret to say that, despite our repeated requests, the competent minister has not yet found time to receive the Managing Board of the Croatian Forestry Association to discuss problems arising in a part of the department he is responsible for. We do not wish to discuss problems on a political but on a professional level. Let us wait and see what importance will be given to the anniversaries mentioned above.

However, let us leave politics and turn to leafing through Forestry Journal published in 1898 (the twenty-first year of the publication). We shall mention here only several of the more important articles from the year 1898. First, Editor-in-Chief was Josip Kozarac, a state head forester from Vinkovci, and the journal came out in 12 issues.

Milan Tordony, the royal forester, discusses the topic of selection forests - examples from Fužine Forest Office - and advocates the normal status of a stand to be achieved with management practices. The goal is to obtain sustainable yield, which depends on the structure of a stand. The text and the debate of the renowned A. Kern bears the title "Managing selection stands". Gašo Vac, a forester from

Krapina, writes about "Forests and forest management in the municipality of Donji Miholjac" in general, and then about forests owned by landed gentry and by land communities, in particular about oak forests. Using the topic of "Late flushing oak (*Quercus pedunculata* var. *tardisima* Simonkai), editor-in-chief Josip Kozarac announces two discussions: by the royal Hungarian head forester Ivan Földes and W. Nikodem, forest manager of Thurn-Taxis in Lekenik. S. Partaš writes on the topic of "Ranger's lodges and ranger's training courses; Aus dem Walde and H. Burckhardt write in sequels on protective trees; a) for soil protection, b) for stand protection, and c) as protective edges; Jos Ane, municipal forester, discusses "Vole damage in oak stands"; Slavko Sulki writes about "Glazed frost and its consequences on Karst" (the beginning of December in the Municipality of Hreljin); head forester Kraft writes about "Biological principles for stand cultivation" (in the forestry profession, practice always comes first - forestry issues cannot be solved *a priori* by theory, but the task of theory is to give scientific explanations of what arises from practice); Dragutin Hirc writes in several sequels about "Conifer trees and shrubs of the Croatian flora"; Professor J. Partaš discusses "Oak in a high forest"; F. X. Kesterčanek asks "Do we need a Museum of Forestry Association in addition to the Academy in Zagreb?" There are also the following articles: Forestry and agricultural publications, Laws and normative acts, Minutes of management board meetings, State examinations for the forestry profession, Auction sales of wood products (as we see, 120 years ago the sale of wood products was based on market principles, while today it is politics which determines prices and fills the pockets of private owners under the pretext of protecting small sawmill owners and stimulating highly finalized production of wood products to increase employment), "Miscellaneous news", and others,

Finally, there is the "Order by the Royal Croatian-Dalmatian Government of the Land, Department of Internal Affairs and of Religion and Education" of October 7, 1898, No 66102, issuing the order of lectures and exams for forestry students at the Faculty of Philosophy at the Royal University of Francis Joseph I in Zagreb", completed with timetables of lectures, manner of taking exams and others. The yearbook ends with a list of members (honorary, founding, supporting, and member of the I and II Class).

Editorial Board

STANJE I IZAZOVI GOSPODARENJA PRIVATNIM ŠUMAMA U HRVATSKOJ U POSTOJEĆIM EKOLOŠKIM I SOCIOLOŠKIM OKOLNOSTIMA

STATUS AND CHALLENGES OF SMALL-SCALE PRIVATE FOREST MANAGEMENT IN ACTUAL ECOLOGICAL AND SOCIAL CIRCUMSTANCES – CROATIA CASE STUDY

Krunoslav TESLAK¹, Marijana ŽUNIĆ², Karlo BELJAN³, Jura ČAVLOVIĆ⁴

SAŽETAK

Gospodarenje šumama u Hrvatskoj je pretežito koncentrirano i usmjereni prema šumama u državnom vlasništvu, koje je stoga obilježeno stalnošću i dosljednošću planiranja i provedbe postupaka gospodarenja, te se provode načela održivog gospodarenja na svim razinama. Nasuprot tomu, privatne šume su uslijed povijesnih okolnosti te male zastupljenosti i usitnjenošći bile značajno zapostavljene sve do nedavno. Stoga je cilj ovog rada analizirati i prikazati postojeća obilježja privatnih šuma, šumoposjeda i šumoposjednika, kao i okolnosti gospodarenja tj. institucionalnog i regulatornog okvira u kojem se ono odvija.

Površinski udio od 24% i drvnu zalihu od 156 m³/ha uz bogatstvo vrstama i razvojnim stadijima čini privatne šume vrlo vrijednim prirodnim resursom. Iako je posljednjih godina ostvaren značajni napredak, neriješeni imovinsko-pravni odnosi, nedorečen Zakonski okvir te nepovoljna socio-loška obilježja šumoposjednika (velik udio starije populacije i niska razina obrazovanja) otežavaju daljnje unaprjeđenje gospodarenja.

Za razliku od katastarske baze podataka anketni upitnici vrijedan su izvor informacija o obilježjima šumoposjeda i šumoposjednika, poglavito za znanstvena istraživanja. Prosječna obilježja šumoposjednika prikazana u ovome radu (prosječna dob od 60 godina i razmjerne niska razina obrazovanja) nisu ohrabrujuća. Međutim, ipak bi donošenje šumarskih politika trebalo biti utemeljeno na spoznajama o tipovima i stavovima šumoposjednika, posebno onih koji su spremni aktivno se baviti šumarstvom. Pri tome jasno treba razdvojiti šumoposjednika koji gospodari šumom i stavlja šumske proizvode na tržiste (šumoposjednici upisani u Upisnik) i vlasnika sitnih šumskih čestica koji šumu u većoj ili manjoj mjeri koriste za vlastite potrebe.

Poseban problem planiranja uravnoteženog i održivog gospodarenja je postojeći usporedni sustav planiranja i gospodarenja razdvojen prema vlasništvu. Objedinjavanjem svih javnih nadležnosti nad šumama u jedinstvenu instituciju uz ustrojavanje većeg broja šumskogospodarskih područja omogućilo bi ispunjavanje zahtjeva potrajanog gospodarenja i održivosti šuma uz ostvarivanje dugoročnih javnih interesa.

Za učinkovitu i potpunu uspostavu sveobuhvatnog i potrajanog gospodarenja šumama potrebno je od strane svih dionika usvajanje spoznaja o specifičnostima gospodarenja privatnim šumama, uključujući i primjenu dobivenih rezultata provedenih znanstvenih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: šumoposjednici, šumoposjed, socio-demografska obilježja, struktura privatnih šuma, raznoredobno gospodarenje, potrajno gospodarenje

¹Doc. dr. sc. Krunoslav Teslak, e-mail: kteslak@sumfak.hr

²Marijana Žunić, mag. ing. silv., e-mail: mzunic@sumfak.hr

³Dr. sc. Karlo Beljan, e-mail: kbeljan@sumfak.hr

⁴Prof. dr. sc. Jura Čavlović, Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

INTRODUCTION

UVOD

Šume, uz ostala dobra za koje je zakonom određeno da su od interesa za Republiku Hrvatsku, imaju njezinu osobitu zaštitu (USTAV RH 2014, članak 52.) neovisno o vlasništvu nad njima. Zakonom se određuje način na koji ovlaštenici prava na šume i vlasnici šuma, kao dobra od interesa za Republiku Hrvatsku, mogu šumu upotrebljavati i iskorištavati, kao i naknada za ograničenja kojima su podvrgnuti (USTAV_RH 2014, članak 52.). Šume i šumska zemljišta zaštićuju se, upotrebljavaju, koriste i njima se gospodari na način određen Zakonom o šumama i posebnim propisima (ZOŠ, 2018, članak 2, stavak 2). Šumama i šumskim zemljištima koja nisu u vlasništvu Republike Hrvatske gospodare privatni šumoposjednici (ZOŠ, 2018, članak 16.).

Privatne šume u Republici Hrvatskoj 2009. godine prema podacima prve Nacionalne inventure šuma prekrivaju 593.027 hektara ili gotovo 23% ukupne šumske površine (Čavlović 2010), a 2016. prema nacrtu šumskogospodarske osnove područja Republike Hrvatske 661.721 ha ili 24 % (ŠGOP 2016). To svakako predstavlja značajan prirodni resurs, ali ipak je u velikoj mjeri bio zapostavljen sve do osnivanja Šumarske savjetodavne službe 2006. godine (UOŠSS 2006). Privatno šumarstvo osim što je zapostavljeno u gospodarskom smislu, bilo je i na marginama stručno-znanstvenih istraživanja.

Prva sociološka istraživanja šumoposjednika te obilježja sitnog privatnog šumoposjeda odnose se na područje sjeverozapadne Hrvatske (Čavlović 2004), međutim, često se rezultati navedenog istraživanja neopravdano preslikavaju i na nacionalnu razinu. Pregled stanja privatnog šumoposjeda, ali i širi presjek okolnosti gospodarenja privatnim šumama prikazuje Paladinić i dr. (2008). Analizom zakonodavnog okvira, stanja resursa privatnih šuma i organizacije gospodarenja autori zaključuju kako je privatni šumoposjed najdinamičnije područje šumarstva.

Istraživanje obilježja šumoposjednika i šumoposjeda u Hrvatskoj uključeno je i u nekoliko međunarodnih studija. Istražuje se spremnost na suradnju u izgradnji šumskih prometnica (Avdibegović i dr. 2010) ili na udruživanje u interesne grupe (Glück i dr. 2011), informiranost šumoposjednika (Avdibegović i dr. 2010), značenje šumoposjeda odnosno ciljeva gospodarenja te spremnost na proizvodnju drva za biomasu (Posavec i dr. 2015, Curman i dr. 2016). Spremnost na udruživanja u interesne udruge u Hrvatskoj započinje početkom 21. stoljeća (Paladinć i dr. 2008), slično kao i diljem jugoistočne Europe (Glück i dr. 2011). Utvrđeno je da postoji zainteresiranost za izgradnju prometnica i njihovo održavanje (Avdibegović i dr. 2010), slično kao i želja za proizvodnjom šumske biomase (Halder i dr. 2014., Posavec i dr. 2016.). S druge strane, ciljevi posjedovanja i gospodarenja šumoposjedom su se pokazali nejasni i ispre-

pleteni (Posavec i Beljan 2012). Posjedovne i površinske značajke šuma šumoposjednika temeljene na analizama kastarskih podataka prema regijama istražuju Berta i dr. 2017. Zaključuju kako je privatni šumoposjed sitan i rasčepkan, pri čemu su utvrđene određene razlike između regija. Jedna od novijih analiza koja je obuhvatila privatne šume i njihovo vlasništvo u Republici Hrvatskoj završena je 2015. godine (Ostoić i dr. 2015). Spomenuta analiza rezultat je COST akcije kojoj je zadaća bila objedinjavanje postojećih podataka, informacija i spoznaja o privatnim šumama Europe, samim time i Hrvatske.

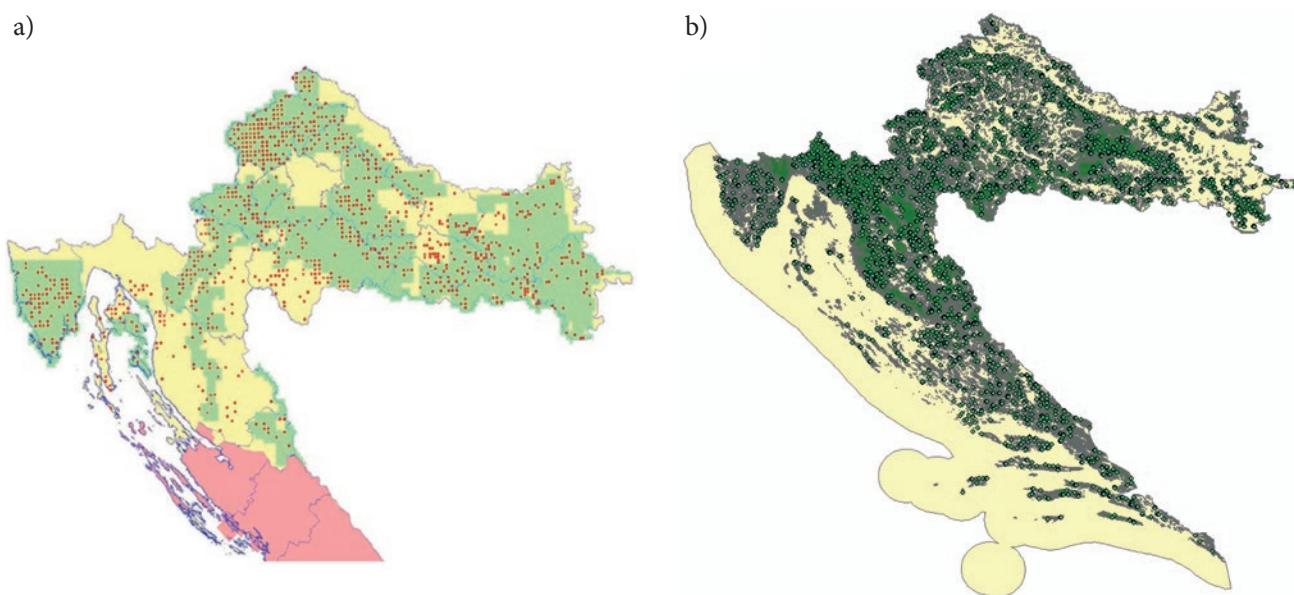
Javni značaj planiranja i gospodarenja privatnim šumama u okviru postojećeg modela šumarstva Republike Hrvatske ostvaruje se osnivanjem Šumarske savjetodavne službe 2006. godine (UOŠSS 2006), koja je zatim 2010. god. ukinuta (ZOŠ 2010) te se ponovo aktivira u okviru Poljoprivredno-šumarske savjetodavne službe od 2013. godine (ZOŠ 2013). Usporedno se uvodi raznодobno gospodarenje kao najprikladniji način gospodarenja sitnim privatnim šumoposjedom (POUŠ 2006). Šumarska savjetodavna služba i Ministarstvo poljoprivrede naručuju projekte koji za cilj imaju razviti modele izmjere i uređivanja privatnih šuma, ali i provedbe gospodarenja privatnim šumama. U okviru toga je i izrada informativnog priručnika za šumoposjednike (Dubravac i dr. 2008). Međutim, dobiveni rezultati i razvijeni modeli primjenjuju se samo djelomično.

Prema svemu navedenom, određeni vidljivi i mjerljivi pomaci postoje, ali s druge strane brojni izazovi uspostave optimalnog gospodarenja privatnim šumama, kao i šumama općenito i dalje ostaju otvoreni. Cilj ovog rada je prikazati i analizirati različite utjecajne čimbenike na sadašnje stanje i gospodarenje privatnim šumama u Hrvatskoj. Na temelju analize i razmatranja postojećeg stanja predložiti korake unapređenja te smislenija rješenja organizacije planiranja gospodarenja i provedbe gospodarenja sitnim privatnim šumoposjedima. Pri tome će se polaziti od tri osnovne pretpostavke: a) prosječna obilježja šumoposjednika i šumoposjeda nisu presudna za unaprjeđenje gospodarenja privatnim šumama; b) aktiviranje gospodarenja svih privatnih posjednika šuma je neodrživo, preskupo i nepotrebno; c) usporedni sustav gospodarenja šumama prema vlasništvu otežava učinkovito i održivo gospodarenje privatnim šumama.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Spoznanje koje obilježavaju gospodarenje privatnim šumama su brojne, ali mogu se svrstati unutar dvije skupine. Prva skupina uključuje demografsko sociološka obilježja šumoposjednika, dok druga skupina predstavlja šumskogospodarska i struktturna obilježja privatnih šuma odnosno privatnih šumoposjeda. Temeljna obilježja privatnih



Slika 1. Prikaz uzorka terenskih ploha: a) u privatnim šumama za izradu šumskogospodarske osnove područja 2006. god (ŠGOP 2006); b) u svim šumama nacionalne inventure šuma 2006-2009. god (Čavlović 2010).

Figure 1. View of field sample plots: a) in private forests for elaboration of general forest management plan in 2006 (ŠGOP 2006); b) in all forests within the first NFI during 2006-2009 (Čavlović 2010).

šumoposjednika, s obzirom na opće postojeću nesređenost vlasničkih odnosa u zemljишnim knjigama, mogu se procijeniti neposrednim ili telefonskim anketiranjem odgovarajućeg uzorka ispitanika. Slijedom toga za analize obilježja šumoposjednika korišteni su podaci dobiveni vlastitim anketiranjem i podaci iz prijašnjih anketiranja. Korišteni su vrijedni podaci terenskog anketiranja ($N=220$) u okviru istraživanja privatnih šuma Zagrebačke županije (Čavlović 2004) te terenskog istraživanja ($N=350$) šumoposjednika Sjeverozapadne Hrvatske (Posavec i dr. 2011). Detaljna socioološko demografska obilježja šumoposjednika provedenih istraživanja u već objavljenim radovima (Čavlović 2004, Posavec i dr. 2015, Curman i dr. 2016.) korištena su za usporedbu s aktualnim stanjem. Aktualne spoznaje na nacionalnoj razini zasnovane su na provedbi vlastitih istraživanja obilježja šumoposjednika telefonskim anketiranjem na uzorku od 1007 ispitanih koji su se izjasnili kao šumoposjednici. Telefonsko anketiranje je provedeno slučajnim odabirom unutar baze svih kućanstava u Hrvatskoj, te sužavanjem uzorka na šumoposjednička kućanstva na temelju izjašnjavanja anketiranih, sve dok se ne postigne ciljani uzorak od najmanje 1.000 ispitanih šumovlasnika. Na taj način, između ostalog su po prvi puta na nacionalnoj razini prikupljene informacije o socioološkim obilježjima šumoposjednika.

Strukturalna obilježja šuma privatnih šumoposjednika na nacionalnoj razini kvalitetno su procijenjena već pri izradi Šumskogospodarske osnove područja za razdoblje 2006.-2016. god. (ŠGOP 2006). S obzirom na to da privatne šume u najvećoj mjeri nisu bile uređene, provedena je neovisna

izmjera na uzorku ploha projektiranim samo za tu namjenu. Nedostatak provedene inventure je izostanak informacija o intenzitetu i dinamici gospodarenja (sječa, obnova) u privatnim šuma. U međuvremenu, značajan iskorak predstavlja provedba prve nacionalne inventure kojom su šume neovisno o vlasništvu u pogledu uzorkovanja, izmjere i prikaza podataka tretirane jednako (Čavlović 2010).

Podaci operativnog uređivanja privatnih šuma koje je intenzivno započeto osnivanjem Šumarske savjetodavne službe, pri čemu je zaključno sa 2017. godinom pokriveno više od 2/3 privatnih šuma, predstavljali su dobru podlogu za pridobivanje detaljnih informacija o prostornim i strukturnim obilježjima privatnih šuma. Prema tome, provedene nacionalne i uređajne inventure prostornog i strukturnog stanja privatnih šuma u ovom su radu poslužili kao osnovni izvor informacija. Podaci tih izmjera su korišteni za analizu stanja i potencijala privatnih šuma te promjena strukture drvene zabine i sječa na razini pojedinih prostornih jedinica (podružnica Šumarske savjetodavne službe).

Razvoj i uspostava odgovarajućeg sustava (modela) šumarstva temeljen na zakonodavnim, organizacijskim i institucionalnim značajkama, kao ključna pretpostavka i okruženje za unapređenje gospodarenja privatnim šumama, predstavlja bitan predmet analize. Zakonski i pod-zakonski akti te strateški dokumenti, kako prošli tako i aktualni postojeći i nužni, predstavljaju materijal za analizu u ovom radu. Isto tako, institucije kao instrument upravljanja ili općenito reguliranja pojedinih djelatnosti ustrojene i organizirane na određeni način (javne, privatne, nevladine

udruge) predmet su ovog istraživanja. U tome kontekstu, radi cijelovitog sagledavanja problematike gospodarenja privatnim šumama uključene su analize trenutnog stanja imovinskih odnosa koji su u Hrvatskoj razdvojeni između dvije institucije tj. državne geodetske uprave i općinsko građanskih sudova, odnosno između izvršne i sudske vlasti.

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Stanje, potencijal i intenzitet uporabe privatnih šuma – State, potential and use of private forests

S nešto manje od četvrtine (24%) Hrvatska pripada skupini europskih država s malim udjelom privatnih šuma. Mahom se to odnosi na istočnoeuropske zemlje s komunističkim povijesnim nasljedjem, kojeg obilježava potiskivanje privatnog vlasništva neposredno kroz nacionalizaciju, ali i posredno kroz previšoko oporezivanje te poticanje odricanja od imovine (Slika 2 a). Nadalje, u Hrvatskoj je prostorna raspodjela privatnih šuma vrlo nejednolika, gdje je na 50% površine udio manji od 10%, odnosno gotovo je zanemariv (Slika 2 b).

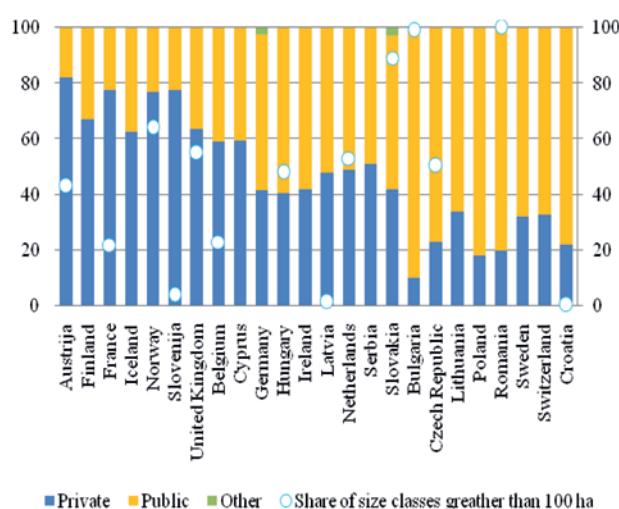
Posljedica malog površinskog udjela i još manje ekonomiske vrijednosti i gospodarskog značenja je izostanak uređivanja šuma, uključujući i raspolaganje informacijama o stanju strukture privatnih šuma te dosljednog gospodarenja. Ključni čimbenik predstavlja izrazitu usitnjenošć i mali udio šumoposjeda većih od nekoliko desetaka a posebno od 100 ha, koji je usporediv s Latvijom (Slika 2 a). Privatni šumoposjedi su, sve do nedavno, uglavnom sitni, površinski rascjepkani i često degradirani, prostirući se uz rubove većih kompleksa državnih šuma, a njihovi korisnici koriste šumu uglavnom za svoje potrebe ili za sitnu lokalnu raz-

mjenju ili prodaju (Kovačić 1997, Paladinić i dr. 2008). Sječe se provode bez stručne podloge i vođenja, već prema potrebi korisnika, ili gospodarenje, odnosno sječa u potpunosti izostaje.

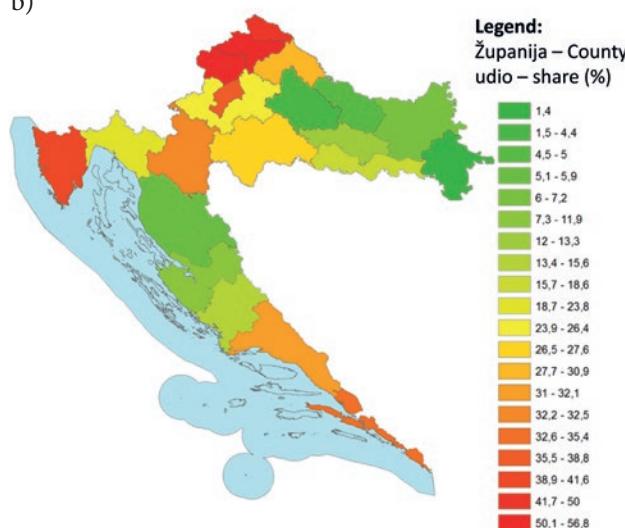
U odnosu na prvi sveobuhvatni prikaz privatnih šuma u Šumskogospodarskoj osnovi područja iz 1996. (ŠGOP 1996), sljedeće procjene (ŠGOP 2006, ŠGOP 2016) ukazuju na značajno povećanje površine privatnih šuma (Slika 3 a). To je posljedica činjenice što su se prve procjene zasnivale na stanju prema katastru koje nije odgovaralo stvarnom stanju te povratu nacionaliziranih šuma. Prema tomu, navedeno povećanje se odnosi na velik dio površina na bivšem poljoprivrednom zemljištu koje je u naravi šuma ili je u zaraštanju. Osim toga, određeni dio privatnih šuma predstavlja zaštitne i/ili krške šume (preko 110.000 ha u Dalmaciji). Iz Slike 3a uočljivo je kako ukupno povećanje tijekom 20-godišnjeg razdoblja iznosi oko 160.000 ha, pa tako prema posljednjim podacima šume privatnih šumoposjednika obuhvaćaju 620.000 ha, što čini oko 24 % šuma Hrvatske.

Drvna zaliha po ha u odnosu na stanje prije 10 godina se neznatno smanjila, dok se u odnosu na stanje prije 20-ak godina značajno povećala u svim područjima (Slika 3 a). Prema podacima ŠGOP cjelokupno gledano ukupna drvna zaliha se tijekom zadnjih 20 godina povećala za oko 5,5 mil. m³ na postojećih 83,7 mil. m³. To se dobro podudara s procjenom drvne zalihe privatnih šuma od 80,8 mil. m³ kao stanje prije 10 godina prema CRONFI (Čavlović 2010). Povrat dijela kvalitetnih državnih šuma, rast drvne zalihe zaraštanjem poljoprivrednog zemljišta i akumuliranje prirasta dovelo je do povećanja drvne zalihe i vrijednosti privatnih šuma, što se može očekivati i u budućem razdoblju. Drvna zaliha od 250 do 350 m³/ha na kontinentalnom području (Slika 3a) uz primjenu raznодobnog načina gospodarenja

a)

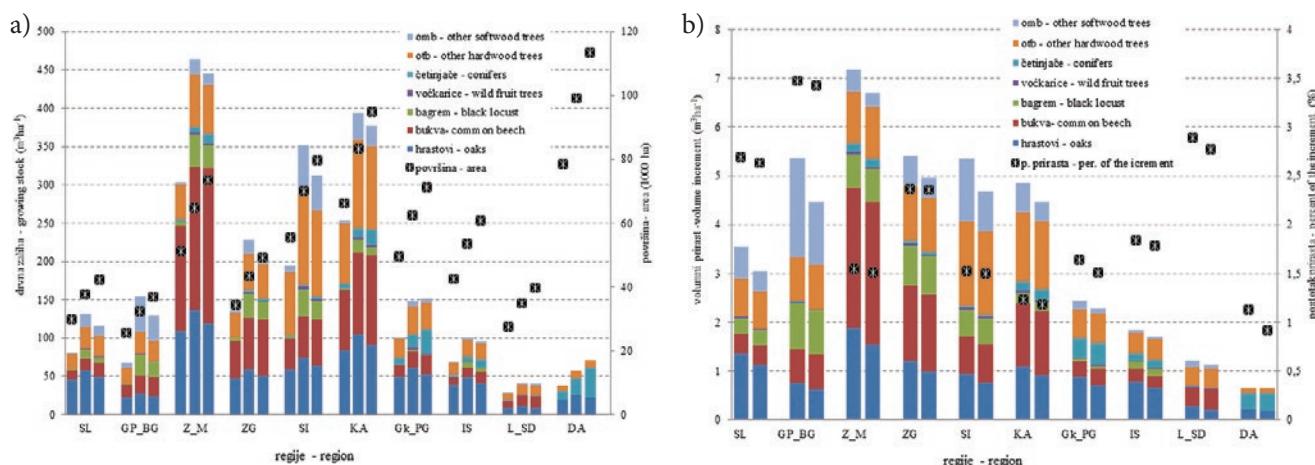


b)



Slika 2. Prikaz: a) udjela šuma prema vlasništvu u europskim državama; b) udjela privatnih šuma u Hrvatskoj po županijama

Figure 2. Overview of: a) share of forests according to ownership in European countries; b) share of private forests in Croatia by counties



Slika 3. Prikaz promjena stanja privatnih šuma prema skupinama vrsta drveća i Podružnicama ŠSS: a) drvna zaliha i površina (ŠGP 1996., 2006. i 2016.); b) godišnji volumeni prirast (ŠGP 2006. i 2016.)

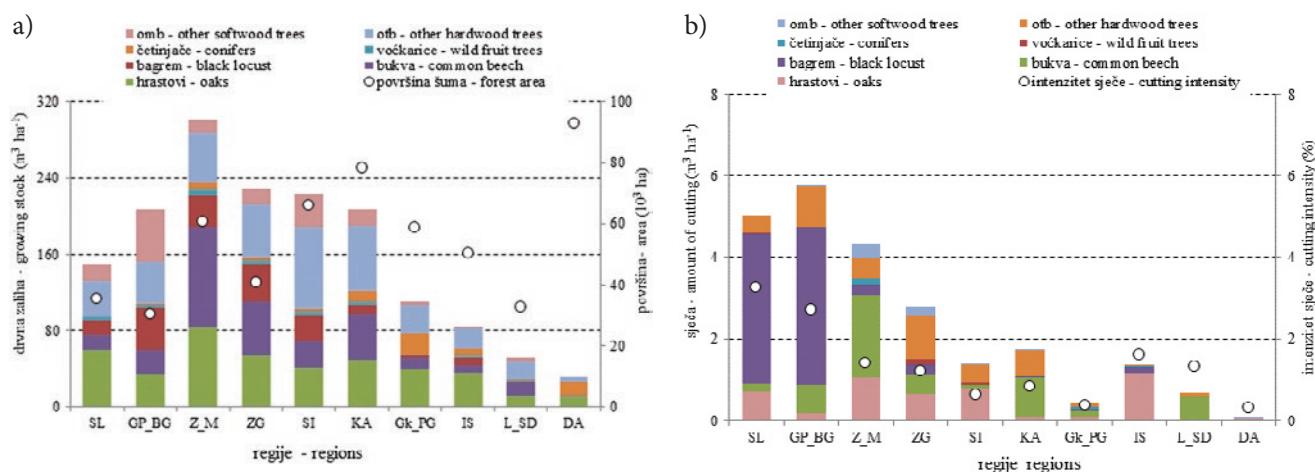
Figure 3. Changes of private forest resources according to tree species and Units of advisory services: a) growing stock and area (GFMP 1996., 2006. i 2016.); b) annual volume increment (GFMP 2006. i 2016.).

te udio pionirskih razvojnih stadija ukazuje na iznimno potencijal privatnih šuma i njihovog budućeg gospodarenja.

Uzdrvnu zalihu tečajni volumeni prirast značajan je pokazatelj potencijala privatnih šuma. Postojeći podaci ukazuju da i uz relativno mali intenzitet gospodarenja (sječa) postoji dinamičan razvoj strukture šuma u privatnom vlasništvu (Slika 3), što uz veliko bogatstvo vrsta drveća i degradacijskih stadija predstavlja velik izazov planiranju i gospodarenju. U tome kontekstu detaljni i objektivni podaci o strukturi sječa i njihovim učincima na promjene strukture dobit će se provedbom druge nacionalne inventure šuma.

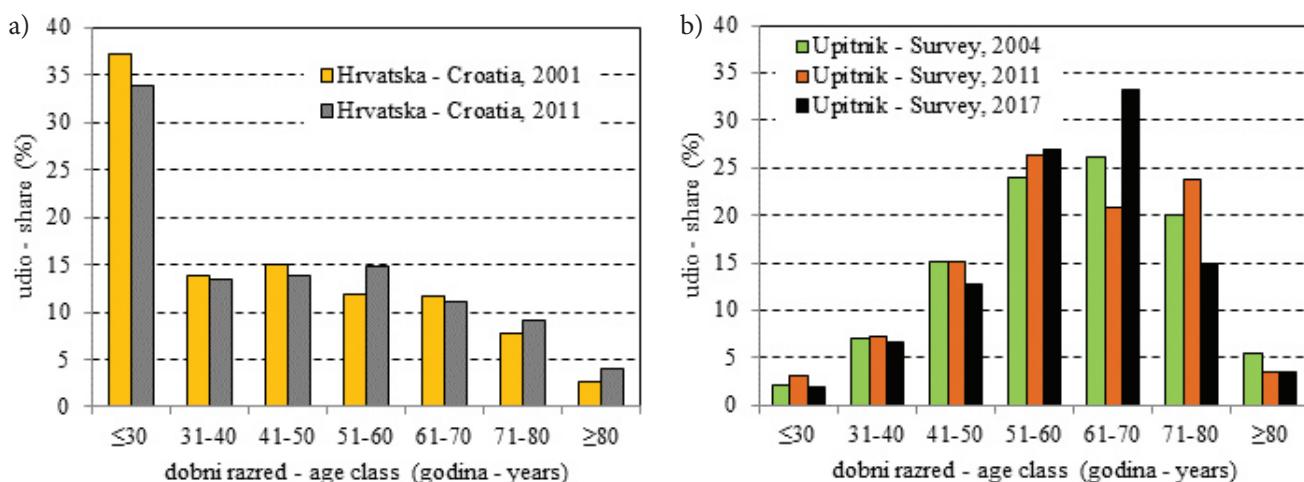
Uslijed intenziviranja uređivanja i posljedičnog gospodarenja privatnim šumama od 2006. godine dolazi do povećanja sječa, posebno unutar strukturno zrelih šuma, koje su prema podacima nacionalne inventure iznad očekivanja.

Prosječan godišnji intenzitet sječe od 1,27% koji iznosi oko 50 % prirasta ako se uzme da je prosječan postotak godišnjeg prirasta oko 2,5 % idrvnu zaliha od 150,7 m³/ha su mali i ukazuju na izostanak gospodarenja u velikom dijelu šuma. S jedne strane, sječa od oko 5-6 m³/ha (Slika 4 b) u odnosu na prirast od 4-5 m³/ha (Slika 3 b) u sjevernim i središnjim područjima Hrvatske ukazuje na postojanje i intenzivnog gospodarenja. Nasuprot tomu, mali intenzitet sječe unatoč značajnojdrvnoj zalihi uočljiv je na Kordunu i Baniji kao vjerovatna posljedica depopulacije područja (Slika 4 ab). To se vjerojatno u međuvremenu promjenilo s obzirom da se podaci sječa odnose na razdoblje 2004-2009 godine. Općenito, može se očekivati daljnje intenziviranje gospodarenja i sječa kao posljedica pridolaženja strukturno zrelih stadija privatnih šuma, povrata državnih šuma, po-



Slika 4. Prikaz stanja i korištenja privatnih šuma po Podružnicama ŠSS prema nacionalnoj inventuri šuma (Čavlović 2010): a)drvna zaliha i površina; b) sječa i intenzitet sječe

Figure 4. Overview of state and use of private forests by Units of forest advisory according to NFI data (Cavlovic 2010): a) growing stock and area; b) volume cut and intensity of cut



Slika 5. Prikaz dobne strukture: a) opće populacije (popis stanovništva 2001. i 2011.); b) šumoposjednika (anketiranje prema Čavlović 2004., Posavec i dr. 2011., Teslak i dr. 2017.)

Figure 5. Age-class distribution of: a) total residents of Croatia (survey 2001 and 2011); b) private forest owners (survey according to Čavlović 2004, Posavec et al. 2011, Teslak et al. 2017)

rasta cijene drva, pada poljoprivredne proizvodnje, ali i poticanja gospodarenja šumama od strane države.

Stanje strukture, sječa i prirasta ukazuje na činjenicu kako je generacija šumoposjednika na odlasku znala gospodariti i sačuvati svoju šumu unatoč izostanku stručne podrške uglavnom na temelju naslijedenog znanja i iskustva. S druge strane, šuma je ekosustav koji se uspješno razvija i bez intervencija posebice u uravnoveženom okolišu. Aktualne mlađe, a poglavito buduće generacije neće se moći osloniti na naslijedena znanja jer vrlo rano napuštaju ruralni prostor, stoga je nužno njihovo zadržavanje i naknadne edukacije (Lopez i dr. 2015), ustupanje gospodarenja profesionalcima ili odricanje od vlasništva. Stručna potpora iznimno je važna u kontekstu klimatskih promjena i posljedično sve izraženijih vremenskih ekstremi. Upravo zato iznimno je važna institucionalna i zakonodavna potpora države.

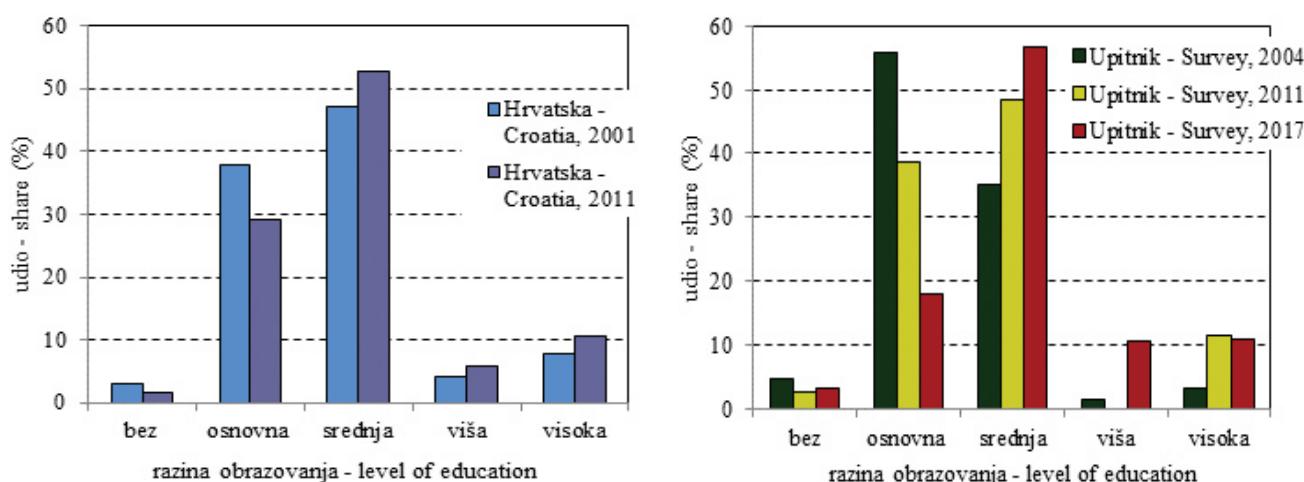
Prosječna obilježja šumoposjednika i šumoposjeda nisu odlučujuća za unapređenje gospodarenja privatnim šumama – *An average characteristics of private forest owners are no precedent for improvement of forest management*

Oblikovanje strategija gospodarenja privatnim šumama oslanja se na poznavanje obilježja i zahtjeva šumoposjednika koje su predmet brojnih znanstvenih istraživanja (Ní Dhúibháin i dr. 2007, Eggers i dr. 2004, Boon i Melby 2007). Na nacionalnoj razini utvrđeno je da prosječan šumoposjednik je muškarac, starosne dobi iznad 60 godina sa završenom ili nezavršenom osnovnom ili srednjom školom (Tablica 1), što se podudara s prije provedenim istraživanjima (Čavlović 2004, Posavec i dr. 2014). Dobna struktura privatnih šumoposjednika značajno odstupa od opće po-

pulacije sa dvostruko većim udjelom dobnih skupina iznad 50 godina (Slika 5). Stanje i rast razine obrazovanja šumoposjednika bolje se podudara s općom populacijom, uz određena odstupanja s obzirom na povećani udio šumoposjednika bez formalnog obrazovanja i izrazito mali udio visokoobrazovanih (Slika 6).

Prikazani rezultati sociodemografskih obilježja nisu ohrabrujući, slično kao i u nekim drugim zemljama (npr. Haugen i dr. 2016), a takvi trendovi se mogu očekivati i dalje. U tome smjeru iznimno je važna raščlamba šumoposjednika u skupine s obzirom na spremnost za aktivnim gospodarenjem i zahtjeve prema šumoposjedu. Stoga su nužna istraživanja tipologije šumoposjednika i njihovih preferencija (Ingemarson i dr. 2006, Ficko i dr. 2017) radi oblikovanja modela gospodarenja prilagođenih različitim zahtjevima uz zadržavanje visoke razine stručno utemeljenog gospodarenja na dijelu privatnih šuma. Pri tome, zbog razmjerno niske razine sređenosti imovinsko-pravnih odnosa, potpuno i objektivno spoznavanje obilježja privatnih šumoposjeda je vrlo složen i otežavajući proces.

Podaci koji se običajeno koriste pri općenitom prikazu privatnih šuma i šumarstva su: 600.000 šumoposjednika od kojih 99 % ima šumoposjed manji od 1 ha; izostanak gospodarenja i degradiranje šuma. Potpunim aktiviranjem gospodarenja šumskog resursa na 620.000 ha s godišnjim prirastom od 2,2 mil. m³ ostvarila bi se velika gospodarska korist za zajednicu. Navedene informacije bez detaljnije raščlambe stanja, potencijala i bitnih činjenica mogu imati površno i u nekim slučajevima manipulativno značenje. Postavlja se osnovno pitanje: smatraju li se posjednicima i svim onima koji posjeduju čestice koje su u prirodi šuma? Informacije o obilježjima šumoposjednika i šumoposjeda mogu se pridobiti pomoću dva pristupa: postojeće baze podataka i



Slika 6. Obrazovna struktura: a) opće populacije (popis stanovništva 2001. i 2011.); b) šumoposjednika (anketiranje prema Čavlović 2004., Posavec i dr. 2011., Teslak i dr. 2017.)

Figure 6. Education levels distribution of: a) total residents of Croatia (survey 2001 and 2011); b) private forest owners (survey according to Čavlović 2004, Posavec et al. 2011, Teslak et al. 2017)

neposrednim anketiranjem, čime ne mora biti zajamčena pouzdanost tih informacija.

Od već postojećih baza podataka najčešće se koristi posjedovno stanje iz katastra koje sadrži posljednje ažurirano stanje posjednika po katastarskim česticama. Upisani posjednici stvarno ne postoje najčešće zato što nisu živi ili njihov status nije poznat. Poseban problem predstavlja brojno suposjedništvo, pri kojem se svakom šumoposjedniku pridružuje njegov idealni dio s obzirom na udio i broj suposjednika, a u biti je možda samo jedan od njih korisnik čestice. Pored toga, brojni posjednici posjeduju više

katastarskih čestica upisanih na više posjedovnih listova, tako da posjedovni list ne može biti jedinica šumoposjeda kako je to prikazano u nekim istraživanjima (npr. Berta i dr. 2017). Šumoposjed trebaju sačinjavati sve čestice ili dijelovi čestica na kojima je u naravi šuma, a kojima gospodari pripadajući posjednik, ali nikako samo čestice upisane na pojedinom posjedovnom listu. Osim toga, često u istom kućanstvu svi njegovi članovi mogu biti posjednici više čestica ili dijelova katastarskih čestica, no u stvarnosti je to jedan šumoposjed kojim to kućanstvo zajednički gospodari. Prema navedenom, jasno je da se podaci posjedovnog sta-

Tablica 1. Prosječna sociodemografska obilježja šumoposjednika

Table 1. Average socio-demographic characteristics of researched private forest owners

Anketa – Survey	Čavlović 2004	Posavec i dr. 2011	Teslak i dr. 2017
Metoda – Methods	Neposredno – face to face	Neposredno – face to face	Telefonsko – by telephone
uzorak – sample	202	347	1007
Područje – Survey area	Zagrebačka županija Grad Zagreb – Zagreb County and City of Zagreb	Sjeverozapadna Hrvatska – North-west Croatia	Republika Hrvatska – Republic of Croatia
Prevladavajuće obilježje - Dominant feature			
Spol – Sex	Muški – Male; 68,3%	Muški – Male; 67,3%	Ženski – Female; 50,4 %
prosječna dob (godina) – average age (year)	60,5	59,0	60,1
razina obrazovanja – level of education	Srednjoškolsko – Highschool; 55,8%	Srednjoškolsko – Highschool; 48,5%	Srednjoškolsko – Highschool; 56,6%
Zanimanje – Profession	39,6% umirovljenici – pensioners	48,8% umirovljenici – pensioners	56,1% umirovljenici – pensioners
Prihod kućanstva – household income	–	–	2.001-3.500 KN; 24,5%
Prosječna površina šumoposjeda – average area of forest ownership (ha)	0,83	1,94	2,1
Broj parcela posjeda – property fragmentation level	–	Pet i više – Five and more; 76,3%	Tri i više – Three and more; 51,7%

nja iz katastra moraju vrlo oprezno koristiti i interpretirati. Stvarno stanje je takvo da se trenutno ne može utvrditi točan broj šumoposjednika, njihovi osnovni podaci, površina šumoposjeda, usitnjenost i slično. Drugim riječima, točnost podataka koji su na raspolaganju je upitna. S obzirom na prethodno navedeno, pitanje je koliko se podaci koji se dobiju neposrednim anketiranjem šumoposjednika mogu smatrati vjerodostojnjima, te koliko su podložni subjektivnosti i pogreškama (Egan i Jones 1995, Ficko i Bončina 2014). Prema tomu, dobivena informacija o šumoposjedu, na primjer površina, osobna je šumoposjednikova procjena stvarnog stanja.

Procijenjena obilježja prosječnog šumoposjeda u sebi mogu sadržavati veliku različitost i pogreške pristupa interpretacije i uporabe podataka, međutim to niti ne može biti podloga za oblikovanje smjernica unapređenja gospodarenja privatnim šumama. Isto tako, svatko tko posjeduje česticu zemljišta na kojoj raste šumska vegetacija nije šumoposjednik, kao što ni svatko tko posjeduje poljoprivredno zemljište nije poljoprivrednik te se prema njemu niti ne oblikuje šumarska, odnosno poljoprivredna politika. Identificiranje pojedinih tipičnih skupina šumoposjednika s obzirom na ciljeve, zahtjeve i razinu spremnosti za gospodarenjem, podloga je za oblikovanje strategija i postupaka unapređenja gospodarenja šumama, te selektivno i postupno poticanje i usmjeravanje zainteresiranih i aktivnih šumoposjednika. Te u konačnici njihovo udruživanje u cilju ostvarivanja zajedničkih interesa.

Aktiviranje svih privatnih posjednika šuma za gospodarenje je neodrživo i nepotrebno – *Activating of all private forest owners for forest management is unsustainable and unnecessary*

Kako u Hrvatskoj ne postoje cjelovite i sređene baze podataka o privatnim šumoposjedicima, otežano je uzorkovanje za potrebe anketnog istraživanja. U takvom slučaju moguć je pristup uzorkovanju metodom slučajnog odabira telefonskim anketiranjem cjelokupnog stanovništva (Teslak 2017), pri čemu se dobije udio privatnih šumoposjednika u odnosu na ukupnu populaciju kao i presjek obilježja postojećih šumoposjednika. Na taj način dobiveni rezultati imaju pretežito znanstvenu upotrebu, ali se mogu koristiti kao objektivna podloga za oblikovanje strategija i metoda gospodarenja privatnim šumama (Eggers i dr. 2014, Nielsen-Pincus i dr 2015).

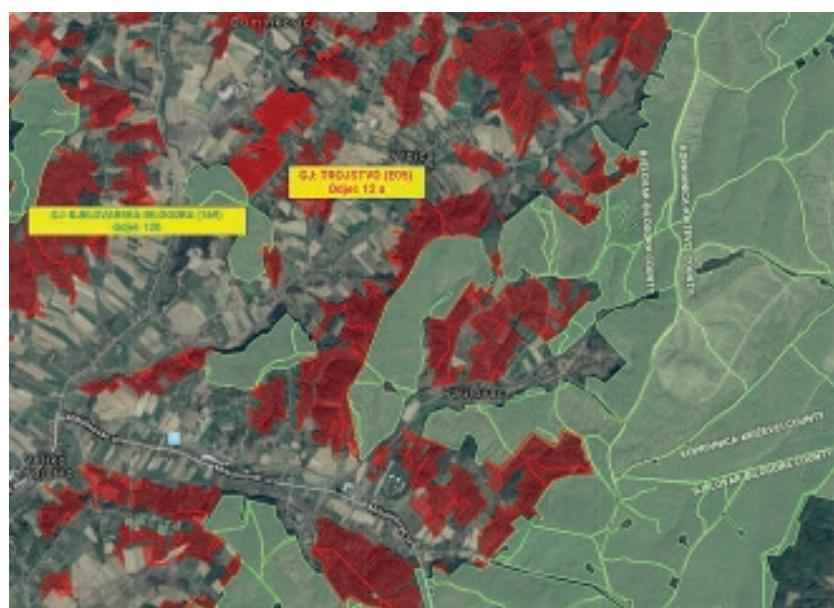
Aktivni šumoposjednici koji nastoje gospodariti svojim šumoposjedom i uređiti imovinsko-pravne odnose jednostavnije se identificiraju putem Upisnika šumoposjednika, Saveza udruga šumoposjednika, i evidencije Šumarske svjetodavne službe. Evidenciranje u Upisnik šumoposjednika potrebno je i dalje poticati kroz mogućnosti dobivanja poticajnih sredstava, ali i ostvarivanja mogućnosti stavljanja

šumskih proizvoda na tržište. Trenutno je u bazi Upisnika upisano oko 2.800 šumoposjednika što je relativno malo, no taj broj je stvaran i raste, a povezan je sa već nabrojanim činjenicama. Oni predstavljaju jezgru za provođenje i una-prednje gospodarenja u privatnim šuma te motor daljnog razvoja.

Jasno da preostaje i nadalje značajna površina privatnih šuma koja ostaje izvan kontroliranog i stručno usmjeravanog gospodarenja. Međutim, s obzirom na obilježja privatnih šuma i šumoposjeda, teško je za očekivati kako će se u kratkom vremenu svim privatnim šumama aktivno gospodariti. Uključivanje čestice i njenog posjednika u Program gospodarenja ne mora značiti aktiviranje gospodarenja. Isto tako, aktiviranje gospodarenja nije niti nužno, jer šume mogu i bez gospodarenja (sječe), čime neće biti ugrožena njena stabilnost, dok će na gubitku biti zajednica i vlasnici šuma. S druge strane, podaci ukazuju da se u većini privatnih šuma gospodari tj. sječe (Slika 4 b), istina često bez stručne podloge, no opet s obzirom na obilježja tih šuma (udio, usitnjenost, sukcesija) nije to najveći problem hrvatskog šumarstva. Biljne bolesti i klimatske promjene puno su ozbiljnija ugroza svim šumama neovisno o vlasništvu.

Država kroz odgovarajući institucionalni okvir treba i mora sprječavati i suzbijati bespravne sječe, krađu drva te stavljanje na tržište drva iz šuma koje nisu obuhvaćene Upisnikom. Time će se poticati okrupnjavanje i sređivanje imovinsko-pravnih odnosa te provođenje stručno utemeljenog gospodarenja šumama. Ovdje je bitno naglasiti da je šumoposjednik samo onaj tko je upisan u Upisnik, a ostali su samo posjednici ili vlasnici čestica na kojima raste šuma. U skladu s tim na jedne i druge bi se trebale odnositi različite skupine prava i obveza. Primjerice, vlasnici šuma koji nisu upisani u Upisnik mogu šumu koristiti samo za vlastite potrebe. Svi oni koji stavljuju šumske proizvode na tržište moraju zatražiti provedbu stručne doznačke u skladu sa šumskogospodarskim planom. Naime, nedopustive su sadašnje odredbe koje omogućavaju sječe bez stručne doznačke, istina to se odnosi samo na šume koje se u katastru vode kao ne šumske kulture, ali ipak uz mogućnost stavljanja drva na tržište. Očekivano je da stručnost pri planiranju gospodarenja, provedbi i kontroli gospodarenja, uvažavajući obilježja privatnog šumarstva pri tome mora biti na najvišoj razini. Time bi se steklo povjerenje javnosti, pa i šumoposjednika.

Osnovne prepostavke aktiviranja gospodarenja privatnih šumoposjednika su rješavanje vlasničkih odnosa te okrupnjavanje posjeda. Dva su moguća modela rješavanja tih problema. Jedan je kroz šire zahvate komasacije nekog područja, gdje država ima vodeću ulogu te planira, provodi i nadzire proces. Država ima ulogu medijatora između pojedinaca, vlasnika zemljišta, ali i sudjeluje u procesu kao najznačajniji vlasnik zemljišta. Obično takvi projekti uključuju uređenje zemljišta u smislu odvodnje, pristupnih putova i sl. Predno-



Slika 7. Prikaz gospodarske podjele dijela gospodarske jedinice privatnih (crveno) i gospodarske jedinice državnih šuma (zeleno) (<http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>)

Figure 7. View of forest division of part of management unit of private (red) and management unit of state forests (green) (<http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>)

stvi takvog tipa procesa je brzina odvijanja i jednostavnost za sitne privatne šumovlasnike. Drugi model se temelji na poticanju pojedinaca da sami rješavaju vlasničke odnose i uređuju zemljište. Država potiče i regulatorno olakšava proces. Prednost mu je nizak trošak za državu, a izričit nedostatak je sporost odvijanja. Ova dva modela najčešće se odvijaju paralelno. S obzirom na stanje u vlasničkim odnosima te druge okolnosti u Hrvatskoj, potrebno je žurno početi provoditi oba modela te na taj način omogućiti prikladno gospodarenje na što više površina u kraćem vremenu.

Usporedni sustav gospodarenja šumama prema vlasništvu – *The parallel forest management system according to forest property*

Kao posljedica vlasničke strukture (relativno malog udjela sitnih privatnih šuma), hrvatska šumarska struka i znanost tradicionalno je bila uglavnom koncentrirana i usmjerena na gospodarenje šumama u državnom vlasništvu. Zbog činjenice da se radi o jednom vlasniku šume – državi koja istodobno promiče i jamči opće i dugoročne interese gospodarenja šumama te zbog kompaktnih i velikih kompleksa šuma, učinkovita provedba i primjena načela održivog gospodarenja u državnim šumama je jednostavnija. Tako, u državnim šumama prevladava regularni način gospodarenja uz obnavljanje jednodobnih sastojina oplodnom sječom, u bjelogoričnim šumama poglavito vrijednim šumama svjetloljubivih hrastova za koje raznодobni načini gospodarenja nisu prihvatljivi. Radi uspostave i podržavanja uravnoteženog gospodarenja taj način gospodarenja za-

htjeva razmatranje većih površina šuma za koje se jedinstveno planira i provodi gospodarenje.

Gospodarenje na razini sitnog privatnog šumoposjeda obilježeno je ostvarenjem uskih i kratkoročnih interesa šumovlasnika uz nestručno i neodrživo gospodarenje povezano i s premalim šumoposjedom. Zbog toga, uspostava i podržavanje ravnoteže između ekoloških i šumskouzgojnih potreba šuma, te interesa i zahtjeva šumoposjednika i zajednice je temeljni izazov gospodarenja privatnim šumama. Uspostava uravnotežene šume, kao prepostavka trajnosti gospodarenja, pri prebornom i raznодobnom gospodarenju zahtjeva manju površinu šume te su stoga prikladniji za sitne privatne šumoposjede (Čavlović 2013). Prema tomu, ciljana najmanja površina šume od 30-50 ha, odnosno skupine šumovlasnika s navedenom najmanjom površinom šumoposjedom, osigurala bi održivost gospodarenja i uspostavu uravnoteženog niza sastojina na razini šumoposjeda. Preborno gospodarenje s dugom tradicijom vezano je uz jelove šume na području Hrvatske i Dinarida općenito (Čavlović i dr. 2006, Bončina i dr. 2014), te uključuje i prva uređivanja privatnih šuma u Gorskom kotaru (Pleše 2008). Za ostale privatne šume sve do 2006. godine i uvođenja raznодobnog načina gospodarenja (POUŠ 2006) nije bilo prikladnog modela gospodarenja. Za očekivati je kako će primjena raznодobnog načina gospodarenja postupno pozitivno utjecati na unapređenje stanja i gospodarenja privatnim šumama u sitnom privatnom vlasništvu (Čavlović 2004).

Odgovarajuća prostorna razdioba šuma predstavlja temeljni okvir za učinkovito usklađivanje ciljeva, planiranja i gospo-

darenja šumama između operativne i strateške razine. Početkom 90-tih kada su započeta prva uređivanja šuma (oblikovanje gospodarskih jedinica) još neuređenih područja (Dalmacija) te intenziviranje uređivanja privatnih šuma, usvojen je pristup kako sve šume neovisno o vlasništvu unutar jedne gospodarske jedinice trebaju biti obuhvaćene jedinstvenim planom gospodarenja (POUŠ 1994, Meštrović 1995). Činjenica je da se od toga pristupa vrlo brzo odustalo (POUŠ 1997), te je ustanovljen sustav zasebne gospodarske podjele na gospodarske jedinice privatnih šuma od kojih je velik broj (407) s izrađenim Programima gospodarenja. Bez razmatranja prednosti i nedostataka pojedinog pristupa kao zasebne teme, može se utvrditi da je učinkovitost primjene određenog pristupa povezana s uspostavljenim modelom šumarstva. Najveći dio uređen je u razdoblju nakon osnivanja Šumarske savjetodavne službe 2006. godine (UOŠSS 2006), a posebno intezivno privatne šume uređuju se unatrag nekoliko proteklih godina.

Nasuprot postojećem sustavu, fleksibilniji pristup koji bi omogućavao objedinjavanje šuma neovisno o vlasništvu na operativnoj razini u jedinstvenu plansko gospodarsku cjelinu (gospodarsku jedinicu), posebno u slučajevima gdje se međusobno prostorno isprepliću (Slika 7), intuitivno upućuje na učinkovitije planiranje i gospodarenje šumama. Tačka gospodarska jedinica/plan gospodarenja bila bi složenija i heterogenija u pogledu različitosti ciljeva i zahtjeva gospodarenja, tipova šuma i načina gospodarenja, što ne mora biti ograničavajuće s obzirom na zahtjevnije uređivanje šuma i provedbu gospodarenja. U smislu fleksibilnosti, tretiranje i primjena pojedinih odredbi može biti različita prema šumama različite kategorije vlasništva (na primjer, premalo izvršenje propisa u privatnim šumama koje je na razini privatnih šuma ili čak na razini cijele gospodarske jedinice ispod dozvoljenog odstupanja ne treba biti razlog izvanredne revizije plana gospodarenja). Prostorno vremenska koncentracija postupaka uređivanja šuma, kao i postupaka neposrednog gospodarenja unutar takvih integralnih gospodarskih jedinica kojih bi u konačnici bio manji broj, cjelokupno i dugoročno gledano bi rezultiralo manjim troškovima i većom učinkovitošću. Pretpostavka za to je postojanje dobro ustrojene jedinstvene javne šumarske službe.

Osnivanje Savjetodavne službe za privatne šume bio je mali i nepotpuni korak prema ustrojavanju javne šumarske službe. Traženja i nedovršenost institucionalnog okvira u kojem i na toj razini postoji određena razdvojenost između državnih i privatnih šuma se ogledaju u sljedećem: naknadno ukidanje Savjetodavne službe i njeno vraćanje u trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o.; konačno pripajanje Savjetodavne službe za privatne šume u poljoprivrednu savjetodavnu službu; značenje Hrvatskih šuma koje su kao javno poduzeće do 2002. godine imale javne ovlasti, a koje nakon toga formalno prestaju njihovim preoblikovanjem u

trgovačko društvo; te sektor šumarstva u resornom Ministarstvu koje nije dovoljno kapacitirano za obnašanje javnih ovlasti.

Očekivana uspostava jedinstvene javne šumarske službe, uz funkcionalno razdvajanje upravljanja i planiranja od neposrednog gospodarenja šumama učinkovito bi objedinila strateško i operativno planiranje gospodarenja svim šumama. Takav institucionalni okvir bi od najviše polazišne razine, od strateške prema operativnim razinama, predstavljao temeljnu pretpostavku i priliku unapređenja stanja i gospodarenja privatnim šumama. Kroz jedinstveni sustav hijerarhijskog, prostornog i vremenskog usklađivanja politika, strategija i ciljeva gospodarenja zasnovano na konzistentnom sustavu informacija o stanju i promjenama stanja šumskih resursa, kao i zahtjeva društva i vlasnika šuma (opće inventure, uređajne inventure, rezultati aktualnih znanstvenih istraživanja) učinkovito bi se raspodjeljivale i ispunjavale funkcije upravljanja, planiranja i nadzora gospodarenja šumama. S druge strane, dosljedna provedba propisanih postupaka gospodarenja kao rezultat neovisnog i objektivnog planiranja odvijala bi se uz odgovornu primjenu načela struke, pri čemu bi se dobit od gospodarenja šumama zasnivala isključivo na racionalizaciji radova i primjeni tržišnih načela. Radi kvalitetnije raščlambe šumsko gospodarskih ciljeva, smjernica i definiranja održivosti gospodarenja u prostornom smislu, ovakav model šumarstva može uključiti i raščlambu postojećeg jedinstvenog šumskogospodarskog područja na više područja koji su po svojim prirodnim obilježjima, povjesno-razvojnim značajkama i ekonomsko-demografskim posebnostima jedinstveni i međusobno se razlikuju (Smilaj 1957, Meštrović i dr. 1989, Bončina 2009, Čavlović 2013). Privatne šume bi se s obzirom na različitost njihove prostorne razdiobe dobro uklopile u takve prostorne jedinice strateškog i okvirnog planiranja gospodarenja šumama.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Resursi privatnih šuma koji prema podacima ŠGOP i Nacionalne inventure sudjeluju u 24 % površine i s 22 %drvne zalihe svih šuma nejednoliko raspodijeljene po prostoru Republike Hrvatske, s drivnom zalihom od 157 m³/ha i značajnim udjelom gospodarski značajnih vrsta (hrastovi 26%, bukva 20%, bagrem 10%, OTB 27%) i koji se koriste na razini od oko polovice prirasta, predstavljaju značajan potencijal u pogledu proizvodnje drivnih i nedrvnih šumskih proizvoda. Proteklo razdoblje od 10-20 godina obilježeno je s obzirom na uređivanje privatnih šuma i aktiviranje gospodarenja velikom dinamičnošću, koja se može očekivati i u budućem razdoblju.

Neažurnost i nedovoljna sređenost katastra te izostanak potpunih baza podataka otežava pridobivanje informacija

o obilježjima šumoposjeda i šumoposjednika i uzorkovanje za provedbu istraživanja. Nasuprot tomu, sustavna znanstvena istraživanja opće populacije (anketiranje) na nacionalnoj razini i usmjerena istraživanjem na užim razinama predstavljaju informacije koje ukazuju na obilježja šumovlasnika. Rezultati više provedenih anketiranja u značajnoj mjeri se podudaraju i ukazuju kako socio-demografska obilježja šumoposjednika značajno odstupaju od opće populacije u pogledu velike prosječne dobi i razmjerno niže razine obrazovanja šumoposjednika.

Prosječna obilježja ne smiju i ne trebaju biti temeljno polazište za oblikovanje strategija i smjernica unapređenja stanja i gospodarenja privatnim šumama, nego se pristupi trebaju zasnivati na postupnom i selektivnom usmjerenju prema različitim skupinama šumoposjednika s obzirom na njihove sklonosti prema aktivnom gospodarenju. Uvažavanjem njihovih stavova, poticanjem upisivanja u Upisnik, poticanjem na gospodarenje i okrupnijanje posjeda te poticanjem tržišne ekonomije, moguće je osigurati postupno unaprijeđenje gospodarenja privatnim šumama. Pri tome nije očekivano ni moguće u kratkom vremenu uspostaviti stručno utemeljeno i održivo gospodarenje u svim privatnim šumama, gdje izostanak gospodarenja neće bitno ugroziti šume, dok će posljedični gubici zajednice i šumovlasnika biti dodatni poticaj za gospodarenjem.

Ključna pretpostavka još učinkovitijeg ostvarivanja pomaka unapređenja gospodarenja privatnim šumama na operativnoj razini i razini pojedinih šumoposjeda je ustrojavanje jedinstvene javne šumarske službe koja bi objedinjavala funkcije upravljanja, planiranja i nadzora gospodarenja svim šumama na strateškoj, taktičnim i operativnim razinama planiranja održivog razvoja i gospodarenja šumama. Stalno educiranje svih dionika, od šumarskih stručnjaka do vlasnika šuma, te primjena aktualnih znanstvenih istraživanja trebaju biti sastavni dio tog novog sustava.

ZAHVALA ACKNOWLEDGMENTS

Članak je realiziran u sklopu projekta: „Planiranje gospodarenja privatnim šumama u Hrvatskoj s obzirom na obilježja šumoposjeda i gospodarske zahtjeve šumoposjednika“ financiranog od Ministarstva poljoprivrede. Uz Ministarstvu poljoprivrede zahvaljujemo se Savjetodavnoj službi, Savezu udrugova šumoposjednika i svim anketiranim šumoposjednicima.

LITERATURA REFERENCES

- Avidbegović, M., N. Petrović, D. Nonić, S. Posavec, B. Marić, D. Vuletić, 2010: Spremnost privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj, Srbiji i Bosni i Hercegovini na suradnju pri izgradnji i održavanju šumskih cesta. Šumarski list 134(1-2): 55-64.
- Berta, A., V. Kušan, J. Križan, D. Stojasavljević, D. Hatić, 2017: Posjedovne i površinske značajke šuma šumoposjednika u Hrvatskoj prema regijama. Šumarski list 141(1-2): 57- 64.
- Boon, T.E., H. Meilby, 2007: Describing management attitudes to guide forest policy implementation. Small Scale For. 6(1): 79-92.
- Bončina A., 2009: Urejanje gozdov – upravljanje gozdnih ekosistemov. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 359 str.
- Bončina, A., J. Čavlović, M. Curović, Z. Govedar, M. Klopčić, M. Medarević, 2014: A comparative analysis of recent changes in Dinaric uneven-aged forests of the NW Balkans. Forestry, 87: 71-84.
- Curman, M., S. Posavec, Š. Pezdevšek Malovrh, 2016: Willingness of Private Forest Owners to Supply Woody Biomass in Croatia. Small-Scale Forestry 15(4): 551-567.
- Čavlović, J., M. Božić, A. Bončina, 2006: Stand structure of an uneven-aged fir – beech forest with an irregular diameter structure: modeling the development of the Belevine forest, Croatia. Eur. J. For. Res. 125(4): 325–333.
- Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb.
- Čavlović, J., 2013: Osnove uređivanja šuma. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Čavlović J., 2004: Unapređenje stanja i gospodarenja privatnim šumama na području Zagrebačke županije (znanstvena studija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Dubravac, T., Vuletić, D., Pernek, M., Liović, B., Novotny, V., Paladinić, E., Ahmetović, F., Dekanić, S., 2008. Informativni priručnik za šumoposjednike. MRRŠVG, Zagreb. 97 pp.
- Egan, A., S. Jones, 1995: The reliability of landowner survey responses to questions on forest ownership and harvesting. Northern J. Appl. For. 12: 184-186.
- Eggers, J., T. Lämås, T. Lind, K. Öhman, 2014: Factors Influencing the Choice of Management Strategy among Small-Scale Private Forest Owners in Sweden. Forests (5): 1695-1716.
- Ficko, A., A. Bončina, 2014: Ensuring the validity of private forest owner typologies by controlling for response style bias and the robustness of statistical methods. Scandinavian Journal of Forest Research 29(1): 210-223.
- Ficko, A., G. Lidestav, A. Ní Dhuháin, H. Karppinen, I. Zivojinovic, K. Westing, 2017: European private forest owner typologies: A review of methods and use. Forest Policy and Economics (in Press).
- Glück, P., M. Avdibegović, A. Čabaravdić, D. Nonić, N. Petrović, S. Posavec, M. Stojanovska, S. Imočanin, S. Krajter, N. Lozanovska, B. Marić, V. Milijić, A. Mrkobrada, S. Trninić, 2011: Private forest owners in the Western Balkans- Ready for the formation of interest associations, Research report 25, Project: Research into the Organizations of private forest owners associations in the Western Balkan region (PRIFORT), EFI.
- Halder, P., E. Paladinić, M. Stevanov, S. Orlović, T.J. Hokkanen, P. Pelkonen, 2014: Energy wood production from private forests – nonindustrial private forest owners' perceptions and attitudes in Croatia and Serbia. Renewable and Sustainable Energy Reviews 35: 515–526.

- Haugen, K., S. Karlsson, K. Westin, 2016: New Forest Owners: Change and Continuity in the Characteristics of Swedish Non-industrial Private Forest Owners (NIPF Owners) 1990–2010. *Small-scale Forestry* 15:533–550.
- Ingemarson, F., A. Lindhagen, L. 2006: A typology of small-scale private forest owners in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21(3): 249–259.
- Karaman, I., 1989: *Privredni život banske Hrvatske*, Zagreb: Sveučilišna naklada Liber, 1989.
- Kovačić, Đ., 1997: Problematika gospodarenja šumama na kojima postoji pravo vlasništva (privatne šume) u Hrvatskoj. *Šumarski list* br. 5-6: 225–242, Zagreb Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva.
- Kurelac, M., Z. Ladić, 2005: *Hrvatske zemlje početkom 17. stoljeća, Povijest Hrvata - Druga knjiga Od kraja 15. st. do kraja Prvog svjetskog rata*. Zagreb, Školska knjiga.
- Lopez, J. L., J. Calzadilla, A. Villa, 2015: A Proposal: "Agro-Erasmus". *Proceedings ICABR 2015: 10th International Conference on Applied Business Research*: Madrid, SPAIN, SEP 14–18. Pages: 595–603.
- Međstrović, Š., B. Prpić, S. Matić, 1989: Šumskogospodarska područja u organizaciji šumarstva Hrvatske. *Šum. list* 9–10: 423–444.
- Međstrović, Š., 1995: Dvjestodvadeset i peto godišnjica zakonske uredbe o šumama. *Šum. list* 119(8–10): 145–158.
- Ní Dhúbháin, Á., R. Cobanova, H. Karppinen, D. Mizaraite, E. Ritter, B. Slee, S. Wall, 2007: The Values and Objectives of Private Forest Owners and Their Influence on Forestry Behaviour: The Implications for Entrepreneurship. *Small-scale Forestry* 6(4): 347–357.
- Nielsen-Pincus, M., G. R. Ribe, R. B. Johnson, 2015: Spatially and socially segmenting private landowner motivations, properties, and management: A typology for the wildland urban-interface. *Landscape and Urban Planning* 137: 1–12.
- Krajter Ostoić, S., Posavec, S., Paladinić, E., Županić, M., Beljan, K., Curman, M., Čaleta, M., Šimunović, N. 2015: Forest Land Ownership Change in Croatia. COST Action FP1201 FACES-MAP Country Report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, Vienna. 40 pages. Online publication”
- Paladinić, E., D. Vuletić, S. Posavec, 2008: Pregled stanja privatnog šumoposjeda u Republici Hrvatskoj. *Rad. – šumar. inst. Jastrebar*. 43(1): 45–58.
- Pleše, B., 2008: Kroz povijest šumarstva - u bolju budućnost. *Hrvatske šume d.o.o.* Zagreb, str. 141.
- Posavec, S., M. Avidbegović, Dž. Bećirović, N. Petrović, M. Stojanovska, D. Marčeta, Š. Pezdevšek Malovrh, 2015: Private forest owners' willingness to supply woody biomass in selected South-Eastern European countries. *Biomass and Bioenergy* (81): 144–153.
- Posavec, S., M. Šašek, K. Beljan, 2011: The structure and potential of small scale forests in the north-west of Croatia. *IUFRO SMALL-SCALE FORESTRY CONFERENCE*, Freiburg, p 107–112.
- Posavec, S., K. Beljan, 2012: Information analysis of management goals of private forest owners in Croatia. *Informatol* 45(3): 238–245.
- POUŠ 2015 - Pravilnik o uređivanju šuma (NN 79/2015)
- POUŠ 2015 - Pravilnik o uređivanju šuma (NN 79/2006)
- POUŠP 2014 - Pravilnik o Upisniku šunoposjednika (NN 137/2014)
- Smilaj, I., 1957: Prostorno uređenje šuma NR Hrvatske. *Šumarski list* 81(6–8): 246–274.
- ŠGOP 2006 - Šumskogospodarska osnova Republike Hrvatske, 2006–2015, Hrvatske šume
- ŠGOP 2016 - Šumskogospodarska osnova Republike Hrvatske za razdoblje 2016. – 2025. -NACRT, Zagreb, 2016.
- Teslak K., Žunić M., Vedriš M., Čavlović J., 2017: Status and challenges of small-scale private forest management in actual ecological and social circumstances – Croatia case study; IUFRO 125th Anniversary Congress, 18 – 22 September 2017, Freiburg, Germany
- UOŠSS 2006 - Uredba o osnivanju Šumarske savjetodavne službe (NN 64/2006)
- USTAV-RH 2014 - Ustav Republike Hrvatske (NN 56/90, 135/97, 8/98, 113/00, 124/00, 28/01, 41/01, 55/01, 76/10, 85/10, 05/14)
- ZOŠ - Zakon o šumama (NN 140/05, 82/06, 129/08, 80/10, 124/10, 25/12, 68/12, 148/13, 94/14)
- ZOŠ 2018 - Zakon o šumama -PRIJEDLOG

SUMMARY

Forest management in Croatia traditionally has been dominantly concentrated and directed toward state owned forests, thus it characterized with continuity and consistency of forest management planning and performance of management treatments, as well as fulfillment of principles of sustainable management on all levels. On the contrary, due to historic circumstances, small share and scattered fragmented forest distribution private forests was significantly uncared for management until not long ago. Thus, aim of this paper is to analyze and to present actual characteristics of private forests, forest estate and forest owners, as well as management circumstances namely institutional and legislative framework in which it exists.

Share of 24 % according to area and growing stock of 156 m³/ha with richness tree species and tree/stand developmental stages indicate on valuable natural forest resource in Croatia. Although during last years has achieved particular progress, existing property-juridical and land-register questions, unsuitable institutional framework and adverse socio-demographic characteristics of forest owners (large

share of old population, low level of education) load with further improvements of private forest management.

With absence of complete data base, results of researches and surveys are valuable information sources describing the private forest owner's characteristics. In consideration on obtained results of average characteristics of forest owners (average age of 60 years, low education level) are not satisfactory, strategy and guidelines making should be based on knowledge of private forest owners preferences and types, especially of that which are active and which are ready to be active in forest management. Thereby, there is need to segregate forest owners which manage their forests and offer forest products on market (recorded in Register) from forest owners which owns small forest parcels and more or less use their forests for their own needs.

Improvement of balanced and sustainable private forest management planning would be based on transformation of the existing parallel forest management planning system divided according to categories of forest property (state, private). By integration of all public competences over forests within unique institution with establishment more forest management regions, would provide fulfilment of requirements of sustainable forest management and long-term public interests. An effective and comprehensive establishment of sustainable private forest management is based on adoption of knowledge and private forest management particularities including actual results of relevant scientific researches, from the all copartners of the forest management system.

KEY WORDS: forest management planning, forest property plan, size structure of forest estates, forest owners

INFLUENCE OF PREDATOR ABUNDANCE AND WINTER MORTALITY ON REPRODUCTION OF BIVOLTINE POPULATIONS OF *Ips typographus* L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

UTJECAJ GUSTOĆE PREDATORA I ZIMSKOG MORTALITETA NA REPRODUKCIJU BIVOLTNIH POPULACIJA SMREKOVOG POTKORNJAKA *Ips typographus* L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Luka KASUMOVIĆ*, Åke LINDELÖW**, Boris HRAŠOVEC***

Summary

The study was aimed at evaluating the influence of winter mortality and predator larvae abundance on breeding performance of bivoltine populations of *Ips typographus* colonizing felled spruce trees in Croatia. A low colonization density of *I. typographus* expressed as a number of maternal galleries per square meter of bark, usually reflects high reproductive success, defined as a number of daughters per mother beetle ($\text{♀}/\text{♀}$). Regarding this study, the mean gallery density on felled trees varied between 27 and 146 per m^2 of bark, while the lowest reproduction rate was only 0.5 $\text{♀}/\text{♀}$. Although differently suggested by previous findings, the cause of such a low reproduction rate can be explained by high abundance of predator larvae and high winter mortality of larvae, pupae and callow beetles. The results suggest that predators, primarily long-legged flies-of the genus *Medetera* (Fischer von Waldheim) (Diptera: Dolichopodidae), have huge ecological impact on bark beetle populations at endemic levels. At low attack densities, the majority of males (74%) copulate with two females, following the evolutionary trait of avoiding intraspecific larval competition.

KEY WORDS: breeding, low attack, gallery, intraspecific, *Medetera*

INTRODUCTION

UVOD

Most bark beetle species (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) colonize recently dead trees, but some species

are able to attack and kill living trees to reproduce (Lindelöw and Schroeder, 2002; Hedgren, 2004). *Ips typographus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae: Ipini) is the most severe and destructive spruce pest in Europe (Christiansen and Bakke, 1988; Grégoire and Evans, 2004; Wermelinger,

* Dr. sc. Luka Kasumović, Croatian Forests Ltd., Forestry office Perušić, Ante Starčevića 9, Perušić 53 202, Croatia. orcid.org/0000-0002-8017-3096.
e.mail: luka.kasumovic@hrsume.hr

** Åke Lindelöw, PhD, Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7044, Uppsala 75 007, Sweden. orcid.org/0000-0003-3336-0793.
e.mail: ake.lindelow@slu.se

*** Prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Faculty of Forestry University of Zagreb, Svetosimunska 25, Zagreb 10 000, Croatia. e.mail: bhrasovec@sumfak.hr

2004), and it plays an important role in Croatian spruce forests, which is also common for other part of Europe where spruce grows (Hrašovec et al., 2011). *I. typographus* is univoltine in northern Europe (Austarå and Midtgård, 1986; Schroeder, 2013), and elsewhere in Europe at higher elevations. In central and southern Europe this beetles reproduces two times a year (Wermelinger, 2004; Faccoli and Stergulc, 2006; Jurc et al., 2006; Faccoli, 2009) and overwinters as an adult insect under the bark or in needle litter (Christiansen and Bakke, 1988; Weslien, 1992; Hrašovec et al., 2011; Wermelinger et al., 2012).

Populations of *I. typographus* can remain endemic for a long period of time. In optimal conditions the populations may increase to epidemic proportions when growing trees are attacked and killed (Raffa et al., 2008). Large-scale disturbances, such as storms, e.g. Lothar and Vivian in Switzerland (Wermelinger, 2004), and Gudrun in Sweden (Schroeder, 2010) usually act as triggers of bark beetle outbreaks. *I. typographus* can quickly respond to the appearance of suitable hosts, resulting from favourable weather and stand conditions (Wermelinger, 2004), which happened in the mountain region of Croatia after the ice storm in the late winter of 2014 (Vučetić et al., 2014). The reproduction success of these insects usually differs between living and felled trees due to different host resistance (Elkin and Reid, 2004). For successful colonization of standing trees, beetle attacks need to overcome the defence system of host trees (Mulock and Christiansen, 1986). Living trees defend themselves against bark beetle attacks by a flow of resin-or through the mobilization of dead resin – rich cells around the infected sites to prevent further spread (Franceschi et al., 2000). The availability of these two types of substrate and beetle reproduction success determines their relative importance for the production of bark beetles at the landscape level (Hedgren and Schroeder, 2004). The reproduction rate is related to the intraspecific competition among larvae, particularly when bark beetles shifts from wind felled to live standing trees (Kommonen et al., 2011). A high bark beetle colonization density (maternal galleries per m²) usually leads to their low reproduction rate (Hedgren and Schroeder, 2004; Faccoli and Bernadinelli, 2011). However, some bark beetle species, precisely those finding additional feeding outside of the host bark can avoid this effect (Sauvad, 1989).

Favourable weather conditions during summer usually allow *I. typographus* to start second or even third generation. In that case some individuals do not complete development before winter and some portion of offspring beetles are forced to hibernate as larvae or pupae. Winter mortality from freezing, especially in pre-adult stages (Faccoli, 2002), complex relationship between host trees and natural enemies (Christiansen et al., 1987), factors stressing trees or inducing variations in the natural enemy

abundance (Weslien, 1992) could be an important determinant of population dynamics in *I. typographus*.

The aim of this study was to research the influence of winter mortality and natural enemies on the reproductive success of bivoltine populations of *I. typographus* with respect to their colonization density.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

The study was carried out during winter 2014/15 in a 50-year-old spruce stand at 500 m a.s.l. in south-western Croatia (44°36'49.41" N; 15°19'13.89" E).

Five spruce trees similar in size were felled and pruned in mid-July, and then left in a stand to be colonized by *I. typographus*. The mean diameter of trees was 29 cm (min-max = 27–32 cm), and medium tree height was 18 m. In the moment of felling all spruce trees were in good health condition without visible needles discoloration. Distance between felled spruces were 30 m to avoid the influence between them at the time of bark beetle colonization. First colonization were detected one week after felling. During January, all trees were first cut in 4 m long logs, and then transported to a storehouse where they had been stored at temperatures below 5 °C until undergoing analysis in February.

For calculating the bark surface, the log diameter was to be measured first in the middle of each section. What need to be performed before debarking is counting exit holes per each section. During the bark analysis, the number of mating chambers and maternal galleries were counted first. Then the samples were carefully pulled apart, which was followed by counting of *I. typographus* callow beetles, pupae, the biggest larvae (third larval instar) and predator larvae (ant beetle-genus *Thanatus* (Latireille) (Coleoptera: Cleridae), long-legged flies of the genus *Medetera* (Fischer von Waldheim) (Diptera: Dolichopodidae) and predatory gall midges (Diptera: Cecidomyiidae)). Living and dead in-

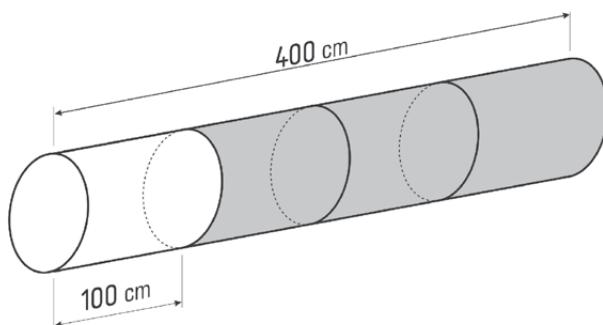


Figure 1. Bark sample (white) on a 4 m long spruce log. The samples were separated with an axe after counting the exit holes.

Slika 1. Uzorak kore (bijelo) na 4 m dugačkom trupcu. Uzorci su otkorani pomoću sjekire nakon brojanja izletnih otvora.

sects were assessed visually. Callow beetles, larvae and pupae were considered dead if they showed no sign of movement at room temperature, or were deformed (Faccoli, 2002).

The reproductive success is defined as a number of daughters per mother beetle (φ/φ), and was calculated as:

$$\varphi/\varphi = \left[\frac{(a+b) * 0.5}{c} \right]$$

assuming that one exit hole represents one emerged adult beetle (Schlyter et al., 1984; Komonen et al., 2011), and a balanced sex ratio – 0.5 (Annala, 1971).

Number of:

a – exit holes

b – young living adults in the bark

c – maternal galleries

The measured parameters (reproductive success, total production, gallery number per mating chamber, predator larvae abundance) were first processed in Microsoft® Office

2007, and then compared in Statsoft® Statistica 8 by means of non-parametric Kruskal-Wallis test. The mortality per m^2 in each development stage were calculated in Microsoft® Office 2007. The Sperman Rank correlation between the predator abundance and the bark beetle attack density were calculated in Statsoft® Statistica 8.

RESULTS

REZULTATI

In total, 55 sections were analysed (table 1.). The number of analysed samples (sections) differed between trees due to the decomposition of bark in top sections or no visible sight of *I. typographus* colonization. Top sections with thinner bark were not analysed because dominant bark beetle species was *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae: Ipini). Because of difference in the number of samples taken from a single tree, the non-parametric Kruskal-Wallis test was used in the data analysis.

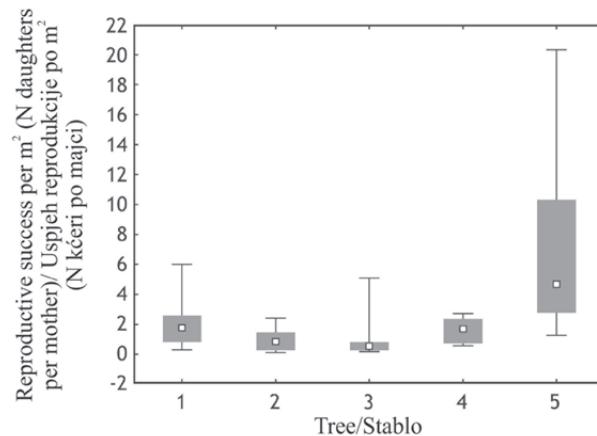
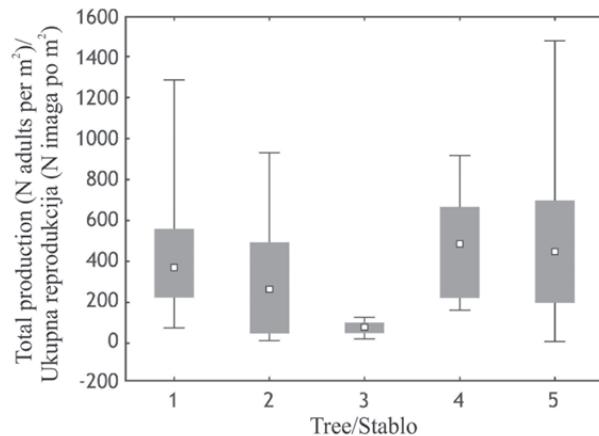
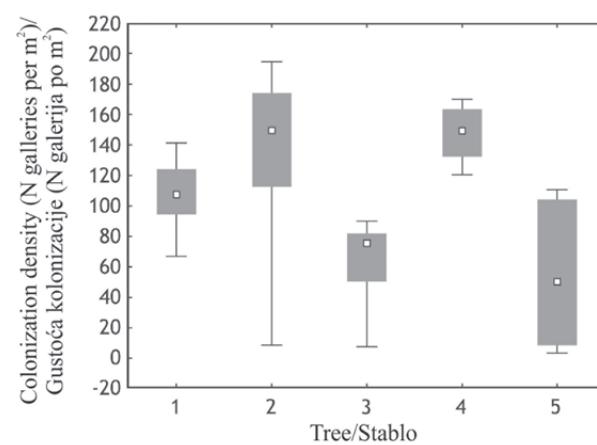
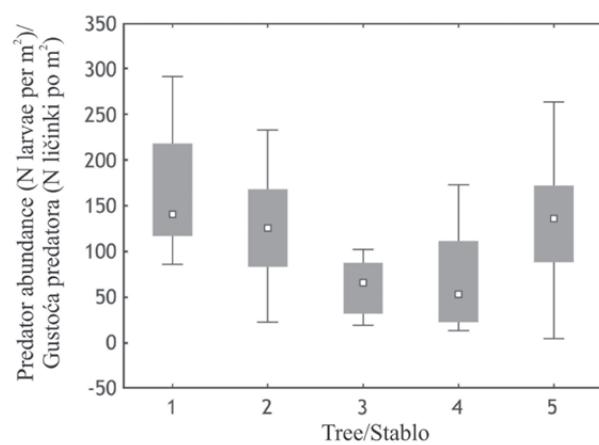


Figure 2. Predator larvae abundance (a), colonization density (b), total production (c) and reproductive success (d) of *Ips typographus* in analyzed stem sections ($n = 55$). The data are based on bark samples inspected in a laboratory. The boxes indicate 25th and 75th percentiles, whiskers minimum and maximum, and a small square median, respectively.

Slika 2. Gustoča ličinki predatora (a), gustoča napada (b), ukupna produkcija (c) i uspjeh reprodukcije (d) smrekovog potkornjaka *Ips typographus* u analiziranim sekcijama debla ($n = 55$). Podaci se baziraju na uzorcima kore analiziranim u laboratoriju. Sjenčani pravokutnici obuhvaćaju vrijednosti između prvog i trećeg kvartila, linijski minimalne i maksimalne vrijednosti, a mali kvadratični medijanu.

Table 1. Mortality in different development stages of *Ips typographus* and number of analysed sections per each tree

Tablica 1. Mortalitet različitih razvojnih stadija smrekovog pisara *Ips typographus* i broj analiziranih sekcija po pojedinom stablu

Tree/Stablo	Number of analyzed sections/Broj analiziranih sekcija	Adult/Imago	Pupae/Kukujica	
			%	Larvae/Ličinka
1	16	42.8	14.7	76.8
2	16	34.0	18.9	51.3
3	8	42.6	70.6	100.0
4	8	18.1	22.2	100.0
5	7	26.3	26.8	72.9

The colonization density varied significantly between analysed sections [K-W $H(DF = 4, N = 55) = 26.84310, p = 0.0001]$. The lowest gallery density in infested trees amounted to 1.1 galleries per m^2 , and the highest to 195.4 galleries per m^2 . It also came to a significant difference in the reproductive success between analysed sections [K-W $H(DF = 4, N = 55) = 1.25745, p = 0.0003$]. In some sections, the reproduction success reached 20 ♀/♀, but it was accompanied with a very low colonization density, only 9 maternal galleries per m^2 . There were some sections with as many as 1284 filial beetles, but this figure also varied considerably between infested sections [K-W $H(DF = 4, N = 55) = 13.11153, p = 0.0107$]. The same thing can be said for the number of predator larvae [K-W $H(DF = 4, N = 55) = 17.05745, p = 0.0019$], which positively correlates with the colonization density ($r = 0.896156, N = 55, p < 0.05$). In to-

tal, 4622 predator larvae were counted (*Medetera* – 4012, *Cecidomyidae* – 604, *Thanasimus* – 6). The average density ranged from 53 to 135 predator larvae per m^2 .

The maximum winter mortality of callow beetles amounted 42 %, while the peak winter mortality in the pupal stage was 85 %. As far as the biggest larvae are concerned, some sections were even featured by total mortality.

Systems with 2 maternal galleries prevailed (74.2 %). They were followed by systems with 3 maternal galleries which were found in almost one quarter of analysed samples (23.4 %), whereas the 4 maternal gallery systems were very rare (2.4 %).

DISCUSSION RASPRAVA

The dominant overwintering development stage of *I. typographus* under the bark was the callow beetle. It was followed by pupae while the biggest larvae were the least common. The reproductive success at low attack densities was very low, which is contrary to previous findings (Inouye, 1962; Furuta, 1989). The biological potential of *I. typographus* is extremely high (Christiansen & Bakke, 1988) up to 20 ♀/♀, and it is very likely that most bark beetle females do not have such high biological potential, either on wind felled (Furuta, 1989; Eriksson et al., 2008; Komonen et al., 2011), alive and standing (Hedgren and Schroeder, 2004; Faccoli and Bernardinelli, 2011; Komonen et al., 2011) or felled trees (Hedgren and Schroeder, 2004; Ericsson et al., 2008).

High winter mortality rate of pupae, larvae and callow beetles and high abundance of predator larvae probably influence the reproductive success in *I. typographus*.

Overwintering of pre-adult stages of *I. typographus* is not possible (Austarå et al., 1977; Coeln et al., 1996; Baier et al., 2007) since larvae and pupae are extremely sensitive to low winter temperature (Andebantz et al., 1985; Andebantz, 1988; 1990). This is supported by Faccoli's research (2002) who detected only callow beetles under the bark of attacked trees in spring. The freezing point for larvae and pupae is -13 °C and -17 °C, respectively, and concerning callow beetles, this figure ranges from -20 °C to -30 °C (Annala, 1969), though, more recent studies (Koštál et al., 2007; 2011) narrow this range between -20 °C and -22 °C. Winter temperatures in the area where the research was conducted commonly drop below the above thresholds relating to larvae and pupae, but lethal temperatures for the callow of fully mature beetles are rarely measured. The attack time is mainly triggered by favourable weather conditions while delayed attacks in summer could result in high winter mortality rates (Wermelinger and Seifert, 1999). Adults with low lipid content heavily survive winter (Botterweg, 1982).

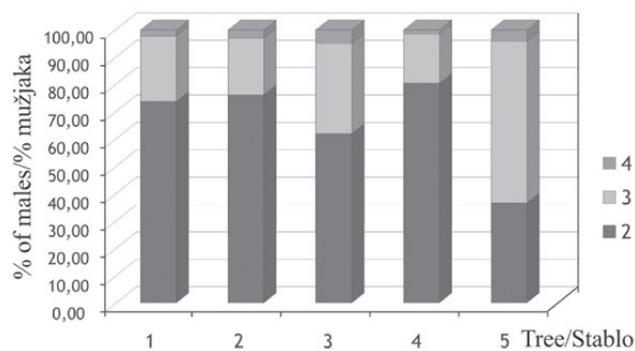


Figure 3. Percentage of males copulating with 2 – 4 females in analysed Norway spruce stem sections per each spruce tree trunk

Slika 3. Postotak kopulacije mužjaka s 2 – 4 ženke u analiziranim sekcijama pojedinog debla smreke.

Positive correlation between the bark beetle attack density and the predator abundance has been observed. Unlike recent Swedish research (Hedgren and Schroeder, 2004), this study has disclosed high abundance of *Medetera* accompanied with low attack densities on felled trees. *Medetera* larvae turn out to be the most abundant predator off all in this context (86 %). The results suggest that their ecological impact on *I. typographus* populations is not present only at outbreak conditions, but also at endemic levels. High predator abundance can even result in an 80 % reduction of bark beetle populations (Weslien, 1992). Assessing the predator abundance and its impact on the size of bark beetle populations is important in determining the impact of tree removal from infested stands on the outspread of this pest (Hedgren and Schroeder, 2004).

The majority of male beetle comprised this research copulated with two females, which is compliant with some recent research (Anilla, 1971; Starzyk et al., 2000; Grodzki et al., 2014). Pursuant to the calculation made within this research the average number of females per male was 2.3, while according to Wermelinger (2004), optimal number of females per male is 3. This figure depends on host susceptibility, and it differs between wind felled (Grégoire et al., 1997) and standing killed trees (Vakula et al., 2014). When males copulate with more than two females, it comes to a significant reduction in the breeding success (Schlyter and Zhang, 1995). Contrary to the expectations, gallery systems with two maternal galleries as an evolutionary adaptation to avoid intraspecific larval competition at high attack, were the prevalent form at low attack densities.

ACKNOWLEDGMENT

ZAHVALA

All authors are deeply grateful to Marko Kasumović, Milan Starčević, Pere Kulaš and Mile Kasumović for their invaluable contribution to this paper regarding the fieldwork. Further on, authors are grateful to the entire Department of Forests Measurement within state-owned company "Hrvatske šume" (Croatian forests Ltd.), especially to Ivica Sardar, the chief executive, for providing insightful fieldwork information.

REFERENCES

LITERATURA

- Andebrant, O., Schlyter, F., Birgersson, G., 1985: Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*, 45(1):89-98.
- Andebrant, O., 1988: Survival of parent and brood adult bark beetle, *Ips typographus*, in relation to size, lipid content and re-emergence or emergence day. *Physiol. Entomol.*, 13(2):121-129.
- Andebrant, O., 1990: Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. *Ecol. Entomol.*, 15(1):1-8.
- Annila, E., 1969: Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Zool. Fenn.* 6(2): 161-208.
- Annila, E., 1971: Sex ratio in *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Fenn.*, 37:7-14.
- Austarå, Ø., Pettersen, H., Bakke, A., 1977: Bivoltinism in *Ips typographus* in Norway and winter mortality in second generation. *Medd Norsk Inst Skogforsk.* 33: 269-281.
- Austarå, Ø., Midtgård, F., 1986: On the longevity of *Ips typographus* L. adults. *J. Appl. Entomol.*, 102(1-5):106-111.
- Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A., 2007: PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecol. Manag.*, 249:171-186.
- Botterweg, P. F., 1982: Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat-content. *J. Appl. Entomol.*, 94(1-5): 466-489.
- Christiansen, E., Warning, R. and Berryman, A. 1987: Resistance of conifers to bark beetle attack : searching for general relationships. *Forest Ecol. Manag.*, 22(1-2): 89-106.
- Christiansen, E., Bakke, A., 1988: The spruce bark beetle of Eurasia, Dynamics of Forests Insect Populations. Patterns, Causes, Implications, Plenum Press, p. 479-503. New York-London.
- Coeln, M., Niu, Y., Fuhrer, E., 1996: Temperature-related Development of Spruce Bark Beetles in Montane Forests Formations (Coleoptera: Scolytidae). *Entomol. Gen.*, 21(1-2):37-54.
- Elkin, C. M., Reid, M. L., 2004: Attack and Reproductive Success of Mountain Pine Beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Fire-Damaged Lodgepole Pines. *Environ. Entomol.*, 33(4): 1070-1080.
- Ericsson, M., Neuvonen, S., Roininen, H., 2008: *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: „Wind-felled“ vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecol. Manag.*, 225(3-4):1336-1341.
- Faccoli, M., 2002: Winter mortality in sub-corticicolous populations of *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) and its parasitoids in the south-eastern Alps. *J. Pest Sci.*, 75(3):62-68.
- Faccoli, M., 2009: Effect of Weather on *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae) Phenology, Voltinism and Associated Spruce Mortality in the Southeastern Alps. *Environ. Entomol.*, 38(2):307-316.
- Faccoli, M., Bernardinelli, I., 2011: Breeding performance of the second generation in some bivoltine populations of *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae) in the south-eastern Alps. *J. Pest Sci.*, 84(1):15-23.
- Faccoli, M., Stergulc, F., 2006: A practical method for predicting the short-time trend of bivoltine populations of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.*, 130(1):61-66.
- Franceschi, V. R., Krokene, P., Krekling, T., Christiansen, E. 2000: Phloem parenchyma cells are involved in local and distant defense responses to fungal inoculation or bark-beetle attack in Norway spruce (Pinaceae). *A. J. Bot.*, 87(3):314-326.
- Furuta, K., 1989: A comparison of endemic and epidemic populations of the spruce beetle (*Ips typographus japonicus* Niijima) in Hokkaido. *J. Appl. Entomol.*, 107(1-5):289-295.

- Grégoire, J. C., Evans, H. F., 2004: Damage and control of BAW-BILT organisms—an overview, Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, Kluwer Academic Publisher, p. 19-37. London.
- Grégoire, J. C., Raty, L., Drumont, A., De Windt, N., 1997: Pheromone mass trapping: does it protect windfalls from attack by *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). In: Grégoire, J. C., Liebhold, A. M., Stephen, F. M., Day, K. R., Salom, S. M. (ed), Integrating cultural tactics into the management of bark beetles and reforestation pests. Proceedings of IUFRO Conference, Forest Service General Technical Report NE-236 September 1996 1st – 3rd. Florence, Italy.
- Grodzki, W., Starzyk, J. R., Kosibowicz, M., 2014: Variability of selected traits of *Ips typographus* (L.) (Col.: Scolytinae) populations in Beskid Żywiecki (Western Carpathians, Poland) region affected by bark beetle outbreak. *Folia Forestalia Polonica*, 56(2):79-92.
- Hedgren, P. O., 2004: The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees: reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *J. Appl. Entomol.*, 128(3): 161-166.
- Hedgren, P. O., Schroeder, L. M., 2004: Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecol. Manag.*, 203(1-3):241-250.
- Hrašovec, B., Kasumović, L., Franjević, M., 2011: Overwintering of Eight Toothed Spruce Bark Beetle (*Ips typographus* L.) in Spruce Forests of North Velebit. *Croat. J. For. Eng.*, 32(1):211-222.
- Inouye, M., 1962: Details of bark beetle control in the storm-swept areas in the natural forest of Hokkaido, Japan. *Z. Angew. Entomol.*, 51(1-4):160-164.
- Jurc, M., Perko, M., Džeroski, S., Deršar, D., Hrašovec, B., 2006: Spruce bark beetle (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: Monitoring and modeling. *Ecol. Model.*, 194(1-3):219-226.
- Komonen, A., Schroeder, L. M., Weslein, J., 2011: *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. *J. Appl. Entomol.*, 135(1-2):132-141.
- Koštál, V., Zahradníčková, P., Šimek, P., Zelený, J., 2007: Multiple component system of sugars and polyols in the overwintering spruce bark beetle, *Ips typographus*. *J. Insect Physiol.*, 53(6):580-586.
- Koštál V., Doležal, P., Rozsypal, J., Moravcová, M., Zahradníčková, H., Šimek, P., 2011: Physiological and biochemical analysis of overwintering and cold tolerance in the two Central European populations of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *J. Insect Physiol.*, 57(8):1136-1146.
- Lindelöw, Å., Schroeder, M., 2002: Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: A comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agr. Forest Entomol.*, 4(1):47-56.
- Mulock, P., Christiansen, E., 1986: The threshold of successful attacks by *I. typographus* on *Picea abies*: A field experiment. *Forest Ecol. Manag.*, 14(2):125-132.
- Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., Hicke, J. A., Turner, M. G., Romme, W. H., 2008: Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetles Eruptions. *Bioscience*, 58(6):501-517.
- Sauvard, D., 1989: Multiplication capacities of *Tomicus piniperda* L. (Col., Scolytidae). Effects of attack density. *J. Appl. Entomol.*, 108(1-5):164-181.
- Schlyter, F., Zhang, Q. H., 1995: Testing avian polygyny hypotheses in insects: harem size distribution and female egg gallery spacing in *Ips* bark beetles. *Oikos*, 76(1):57-69.
- Schlyter, P., Andebrant, O., Harding, S., Ravn, H. P., 1984: Offspring per emergence hole at different attack densities in the spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). *Z. Angew. Entomol.*, 97(1-5):244-248.
- Schroeder, L. M., 2010: Colonization of storm gaps by the spruce bark beetle: influence of the gaps and landscape characteristics. *Agr. Forest Entomol.*, 12(1):29-39.
- Schroeder, L. M., 2013: Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agr. Forest Entomol.*, 15(2):113-119.
- Starzyk, J. R., Graboń, K., Haldaś, E., 2000: Cambio- and xylophagus insects in spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands of the Upper San River Valley in the Bieszczady Mountain National Park (Eastern Carpathians). *Scientific papers of the Agricultural University of Cracow, Forestry*, 29: 57-73.
- Vakula, J., Sitkova, Z., Galko, J., Gubka, A., Zubrik, M., Kunca, A., Rell, S., 2014: Impact of irrigation on the gallery parameters of spruce bark beetle (*Ips typographus* L., Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Lesnický časopis – Forestry Journal*, 60:60-66.
- Vučetić, D., Kauzlarić, Ž., Balenović, I., Krajter Ostojić, S., 2014: Assessment of Forest Damage in Croatia Caused by Natural Hazards in 2014. *South-east Eur. For.*, 5(1):65-79.
- Wermelinger, B., 2004: Ecology and management of spruce bark beetle, *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecol. Manag.*, 202:67-82.
- Wermelinger, B., Epper, C., Kenis, M., Ghosh, S., Holdenrieder, O., 2012: Emergence patterns of univoltine and bivoltine *Ips typographus* (L.) populations and associated natural enemies. *J. Appl. Entomol.*, 136(3):212-224.
- Wermelinger, B., Seifert, M., 1999: Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and analysis of the potential population growth. *Ecol. Entomol.*, 24(1):103-110.
- Weslien, J., 1992: The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae): species composition, phenology and impact on bark beetle productivity. *Entomol. Fennica*, 3:205-213.

SAŽETAK

Smrekov pisar, *Ips typographus* je jedan od najstetnijih i najistraživanijih štetnika smreke u Europi. Istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja utjecaja zimskog mortaliteta i gustoće predatora na uspjeh reprodukcije bivoltinih populacija smrekovog potkornjaka, *Ips typographus* L., koje koloniziraju posjećena stabla u smrekovim kulturama jugozapadne Hrvatske. Početkom srpnja 2014. u kulturi smreke oboren je 5 stabla istih dimenzija. Stabla su ostavljena u sjeni okolnih stabala kako bi ih kolonizale jedinke smrekovog pisara. Početkom siječnja 2015. stabla su prevezena u skladište, gdje su detaljno analizirana. Najprije su podijeljena u sekcije dužine 1 m kojima je na temelju promjera na sredini sekcije izračunata površina kore (m^2). Prije otkoravanja svake sekcije najprije su izbrojani izletni otvori. Nakon otkoravanja utvrđen je broj ličinki (prvog, drugog i trećeg larvalnog stadija), kukuljica, mladih imagi potkornjaka te broj ličinki predatora. Mortalitet ličinki, kukuljica i mladih imagi utvrđen je na temelju njihove pokretljivosti na sobnoj temperaturi. Na svakom uzorku kore izbrojane su galerije te je utvrđen broj galerija po bračnoj komorici, odnosno prosječan broj ženki po jednom mužjaku. Kod izračuna uspjeha reprodukcije izraženog brojem kćeri po majci (\varnothing/\varnothing) uzet je u obzir omjer spolova 50:50.

Niska gustoća kolonizacije izražena brojem majčinskih galerija po kvadratu kore rezultira visokim uspjehom reprodukcije izraženim brojem kćeri po majci (\varnothing/\varnothing). Suprotno od već provedenih istraživanja, mala srednja gustoća galerija po m^2 kore (27 do 146) rezultirala je s malim uspjehom reprodukcije (0.5 do 4.2 \varnothing/\varnothing). Mali uspjeh reprodukcije posljedica je visoke stope mortaliteta ličinki, kukuljica i mladog imagi tijekom zime, ali i visoke gustoće ličinki predatora. Rezultati upućuju na činjenicu da predatori, ponajprije muhe gusjeničarke–rod *Medetera* (Diptera: Dolichopodidae) imaju važan utjecaj na populaciju potkornjaka i pri niskim gustoćama populacije, za razliku od već provedenih istraživanja. U provedenom istraživanju sustavi s dvije galerije bili su najzastupljeniji (74 %), što znači da je mehanizam izbjegavanja unutarvrsne kompeticije ličinki za ishranu svježim floemom prisutan i kod endemičnih gustoća populacija kao svojevrsna evolucijska prilagodba, za razliku od dosadašnjih istraživanja koja potvrđuju njegovu prisutnost samo kod visokih gustoća populacija.

KLJUČNE RIJEČI: kopulacija, niska gustoća, galerije, unutarvrsna, *Medetera*



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.

Vrhunска 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.

PREVALENCE OF *FRANCISELLA TULARENSIS* IN THE POPULATION OF SMALL MAMMALS SPECIES IN CONTINENTAL FORESTS OF CROATIA

PREVALENCIJA BAKTERIJE *FRANCISELLA TULARENSIS* U POPULACIJI SITNIH SISAVACA U KONTINENTALNIM ŠUMAMA HRVATSKE

[†]Mirna MIHELČIĆ¹, [†]Josipa HABUŠ², [†]Marko VUCELJA³, Petra SVOBODA⁴, Ivan-Christian KUROLT⁴, Alemka MARKOTIĆ⁴, Nenad TURK², Josip MARGALETIĆ³, Marina ŠANTIĆ^{1*}

Summary

Francisella tularensis is a causative agent of tularemia a zoonotic disease that infects wide range of hosts including arthropods, mammals and birds. In this study, the prevalence of tularemia among small mammals in Croatia was investigated. The 444 samples of small rodents and insectivores were collected in eight different localities in continental Croatia during the 2-year study. Spleen samples of: 197 *Apodemus agrarius* (striped field mouse), 78 *Apodemus sylvaticus* (wood mouse), 92 *Apodemus flavicollis* (yellow-necked mouse), 17 *Myodes glareolus* (bank vole), 27 *Mycrotus agrestis* (field vole), 20 *Microtus arvalis* (common vole) and 13 *Sorex araneus* (common shrew) were investigated for the presence of DNA of *Francisella* spp. using qRT-PCR method. Two striped field mouses and one wood mouse, originated from the same area - locality of Lipovljani, were found to be positive on *Francisella* spp. revealing the presence of bacteria among small mammals population in Croatia.

KEY WORDS: *Francisella*; Tularemia; DNA; Small rodents; Insectivores; Reservoirs; Endemic areas; Croatia; Prevalence.

INTRODUCTION

UVOD

Francisella tularensis is an etiologic agent of zoonotic disease tularemia. Because of its high infectivity, ease of dissemination, extremely low infectious dose and high fatality rate, the

bacterium has been classified as a potential bioterrorism weapon (Tier 1 select agent)(Kingry and Petersen, 2014). Currently no prophylactic vaccine against tularemia is available. Two subspecies of *F. tularensis* are of clinical importance for humans: *F. tularensis* subsp. *tularensis* (Type A)

¹ dr. sc. Mirna Mihelčić, prof. dr. sc. Marina Šantić*, e-mail: marina.santic@medri.uniri.hr, Faculty of Medicine, University of Rijeka, Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka Croatia

² doc. dr. sc. Josipa Habuš, e-mail: jhabus@vef.hr, prof. dr. sc. Nenad Turk, e-mail: turk@vef.hr, Faculty of Veterinary Medicine, University of Zagreb, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb, Croatia

³ dr. sc. Marko Vucelja, e-mail: vucelja@sumfak.hr, prof. dr. sc. Josip Margaletić, e-mail: josip.margaletic@sumfak.hr, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Svetosimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Croatia

⁴ Petra Svoboda, dipl. ing. biol., e-mail: psvoboda@bfm.hr, dr. sc. Ivan-Christian-Kurolt, e-mail: ikurolt@bfm.hr, prof. dr. sc. Alemka Markotić, e-mail: alemka.markotic@bfm.hr, University Hospital for Infectious Diseases "Dr. Fran Mihaljević", Mirogojska 8, Zagreb, Croatia

and *F. tularensis* subsp. *holartica* (Type B) (Kingry and Petersen, 2014; Kuehn et al., 2013). They differ in biochemical characteristics, virulence, ecology, epidemiology, as well as geographic distribution (Olsufjev and Meshcheryakova, 1983; Staples et al., 2006). Type A strain occurs mostly in humans and animals in North America (Olsufjev and Meshcheryakova, 1983; Keim et al., 2007). Type B strain is found all over the northern hemisphere, causing disease mainly on European continent. Type B strain is further divided into four main genetic clades including B.4, B.6, B.12 and B.16. (Kuehn et al., 2013) and it is less pathogenic for humans than Type A strains (Olsufjev and Meshcheryakova, 1983; Keim et al., 2007). Infection can be acquired through the skin (bite of an infected vector or direct contact with infected animals), by inhalation of infective agent or by ingestion of contaminated water or food (Kingry and Petersen, 2014). Route of bacterial entry into organism determines the final clinical outcome of disease in humans, which are: ulceroglandular, oculoglandular, oropharyngeal,

gastrointestinal or pneumonic tularemia (Kingry and Petersen, 2014; Maurin and Gyuranecz, 2016; Oyston, 2008; Ellis et al., 2002).

Little is known about ecology of *Francisella* species, and no animal reservoir has been identified yet. Two main life cycles, aquatic and terrestrial, are of epidemiological importance for *F. tularensis* subsp. *holartica* in Europe. The aquatic cycle is present more in south part of Europe including Bulgaria, Kosovo and Turkey, but has been reported in Sweden and Finland as well. Humans are infected through water contaminated with animal excretion. The terrestrial cycle involves small animals and vectors and predominates in countries of Western and Central Europe: Austria, France, Germany, Hungary, Switzerland, Slovakia and Czech Republic (Maurin and Gyuranecz, 2016; Morner, 1992). Rodents, such as meadow voles, water voles, common voles, mice, ground squirrels, beavers, muskrats and lagomorphs like rabbits and hares, in both, terrestrial and aquatic system are supposed to be involved in maintenance



Figure 1. Map of Croatia showing localities of distinct searched areas: Velika Gorica, Lipovljani, Nova Subocka, Stara Gradiška, Sunja, Županja, Koprivnica and Čakovec (Adapted to source: https://d-maps.com/carte.php?num_car=2172&lang=en).

Slika 1. Karta Hrvatske s označenim lokalitetima pretraženih područja: Velika Gorica, Lipovljani, Nova Subocka, Stara Gradiška, Sunja, Županja, Koprivnica i Čakovec (Prilagodeno sa izvora: https://d-maps.com/carte.php?num_car=2172&lang=en).

of the bacterium in the environment. Thereby, these animals could serve as potential reservoirs of bacterium, providing important source of infection for humans (Maurin and Gyuranecz, 2016; Ozanic et al., 2015; Tarnvik, 2007). In the last twenty years, epizootic screening studies of prevalence of *F. tularensis* among small mammals have been described in different European countries including Hungary (Gyuranecz et al., 2011), Kosovo (Reintjes et al., 2002), Switzerland (Origgiet al., 2015), Slovakia and Austria (Gurycová et al., 2001). Hence, last epizootic reports on prevalence of *F. tularensis* in Croatia date from the middle seventies of the last century (Borčić et al., 1976). Recently, Tadin et al. (2016) reported the presence of multiple zoonotic pathogens in rodent species in Croatia with high abundance of *Leptospira* and *Hantaviruses* and low rate of *Francisella tularensis* (0.8 %) infection in *A. agrarius*.

The purpose of this study is to screen for the frequency of *Francisella* spp. among small mammals in distinct areas in Croatia, where the high incidence of human tularemia was observed. The current study is also part of the program of Croatian Ministry of Agriculture for prevalence of *F. tularensis* among animals (2016). Samples of small rodents and insectivores were trapped during the two years period in eight different localities in continental Croatia: Velika Gorica, Lipovljani, Nova Subocka, Stara Gradiška, Sunja, Županja, Koprivnica and Čakovec. In this study, three mice were found to be positive for *F. tularensis*.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

During a two-year long survey (2014-2016), small rodents and insectivores were collected in eight different localities

in Croatia: Lipovljani, Nova Subocka, Velika Gorica, Stara Gradiška, Županja, Sunja, Koprivnica and Čakovec, using snap traps, according to the previously described guidelines (Gannon and Sikes, 2007). Total of 444 animals were trapped, 69 in Lipovljani, 6 in Nova Subocka, 88 in Velika Gorica, 24 in Sunja, 2 in Stara Gradiška, 158 in Županja, 74 in Koprivnica and 23 in Čakovec. Species were morphologically determined. Collected species of small rodent sincluded: *Apodemus agrarius* (197), *Apodemus sylvaticus* (78), *Apodemus flavicollis* (92), *Myodes glareolus* (17), *Microtus agrestis* (27) and *Microtus arvalis* (20). Collected insectivores included one species, *Sorex araneus* (13). Animals were labelled, and spleens were aseptically dissected. The genomic DNA was extracted from spleen using the Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega, Madison, Wisconsin, USA). The presence of *F. tularensis* in collected samples was confirmed using commercial PCRmax Ltd ™ qPCR tests (PCR max, Beacon Road, Staffordshire, UK) for *F. tularensis* succinate dehydrogenase (*sdhA*) gene, according to manufacturer instruction.

RESULTS

REZULTATI

In this study, 444 spleen samples of small rodents and insectivores were tested for the presence of *Francisella* spp., using qRT-PCR method. Dead rodents and insectivores were collected in eight different localities in continental Croatia: Lipovljani, Nova Subocka, Velika Gorica, Sunja, Županja, Stara Gradiška, Koprivnica and Čakovec (Figure 1). Number of collected species in each locality and results of testing are summarized in Table 1. Our results show that from total of 444 animals collected, only 3 mice (0.67%) of

Table 1. The number of different small rodents and insectivora species collected by area. Numbers in brackets represent samples positive on *F. tularensis*.

Tablica 1. Broj skupljenih sitnih glodavaca i kukojeda po vrsti i lokalitetu. Brojevi u zagradi označavaju uzorce pozitivne na *F. tularensis*.

	Area								Total N=444
	Lipovljani N=69	Velika Gorica N=88	Sunja N=24	Stara Gradiška N=2	Županja N=158	Koprivnica N=74	Nova Subocka N=6	Čakovec N=23	
<i>A. agrarius</i> (striped field mouse)	64 (2)	22 (0)	14 (0)	-	53 (0)	26 (0)	6 (0)	12 (0)	197
<i>A. sylvaticus</i> (wood mouse)	2 (1)	14 (0)	1 (0)	-	46 (0)	12 (0)	-	3 (0)	78
<i>A. flavicollis</i> (yellow-necked mouse)	1 (0)	38 (0)	1 (0)	-	24 (0)	27 (0)	-	1 (0)	92
<i>M. glareolus</i> (bank vole)	2 (0)	6 (0)	-	-	4 (0)	2 (0)	-	3 (0)	17
<i>M. agrestis</i> (field vole)	-	5 (0)	3 (0)	-	19 (0)	-	-	-	27
<i>M. arvalis</i> (common vole)	-	3 (0)	4 (0)	-	3 (0)	7 (0)	-	3 (0)	20
<i>S. araneus</i> (common shrew)	-	-	1 (0)	2 (0)	9 (0)	-	-	1 (0)	13

Apodemus species (*A. agrarius* and *A. sylvaticus*) were positive on *F. tularensis*. All three positive samples originated from the locality of Lipovljani.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

WHO guidelines on tularemia from 2007 highlighted the importance of continuous monitoring of disease occurrence and spread, as well as reports of outbreaks in humans and animal population (Travnik, 2007). The last complex epidemiological and epizootic investigations of tularemia and search for endemic areas in Croatia dates from around 1960s and 1970s, all of the malong Sava Valley. In three reported outbreaks, hares (*Lepus europaeus*), were found to be a source of infection for humans. Hence, in the fourth one, reported in 1974, epizooty of tularemia among small rodents and insectivores was determined as potential source for human infection. This outbreak correlated with peak in field mouse and shrew populations (Borcić et al., 1975). More over, *F. tularensis* was isolated from rodents of *Apodemus* species collected in emerging areas during epizootic research in the mid-960s. This notion and the fact that *Apodemus* species predominated among small rodents population, marked them as main reservoir of *F. tularensis* in investigated period (Heneberg et al., 1967; Borcić et al., 1968).

Recently, Tadin et al. (2016) detected two field mice (*A. agrarius*) positive on *F. tularensis*, trapped in locality of Draganić in central Croatia. However, there is no current information about the real presence of *Francisella* among rodent population in Croatia. The current survey is a part of the program approached by Croatian Government, Ministry of Agriculture, with the aim of systematic monitoring of *F. tularensis* occurrence among animals, including small mammals in Republic of Croatia (2016). Tularemia occurrence was initially associated with “lowland” and “water” ecosystems (Borcić, 1973), therefore, most of the localities included in our study are situated in region of Sava Valley, known as natural marsh area. Sava Valley is known as natural focus for diverse rodent-borne zoonotic pathogens, such are *Leptospira* spp. (Borcić et al., 1982; Tadin et al., 2016), Hantaviruses (Borcic and Puntaric, 1996; Tadin et al., 2016; Tadin et al., 2012) and *Babesia* spp. (Tadin et al., 2012). This region was also mentioned as a natural focus of tularemia in Croatia (Borcic et al., 1976). A common vole, animal of high reproductive capacity, and very sensitive to tularemia infection, was determined as a main carrier of *F. tularensis* and the most important species for the spread of tularemia in mentioned ecosystem (Borcic et al., 1976). However, in this study, the presence of *F. tularensis* has not been demonstrated in any of the examined species of voles.

The reason for this may be a dominance of the mice species within collected samples.

There are substantial differences in number of collected samples, between distinct localities included in our survey. We presume that small number of animals obtained in some areas, as Stara Gradiška and Nova Subocka, is primarily related to a time of the year when the collection was performed. Indeed, during the spring and summer seasons, the population of small rodents and insectivores usually decreases. Next, restricted food sources (forest seed yields) also affects the abundance of their population.

Last reported human tularemia outbreak was described in 1998., when small rodents were presumed as potential source of human infection (Brkić et al., 2005). Although, in recent years, human tularemia in Croatia occurs sporadically, fluctuation in rodent population, leading to the occasional rodent abundance and epizootic outbreaks of tularemia may present high risk for human infection. Three mice positive on *Francisella*, detected in locality of Lipovljani, present significant result, leading to the conclusion that *Francisella* still maintains among small mammals in Croatia. More over, locality of Lipovljani is situated in central part of Sava Valley, revealing that this region might remain natural foci of *Francisella* species in Croatia.

As this study involved only eight small regions in Croatia, there is a need for extended epizootic and investigation studies. Further survey should include larger and diverse geographic areas, as mountain-parts (Lika, Gorski Kotar) and coastal parts of Croatia, aswell as other animals (hares, rabbits) and vectors (ticks, mosquitos).

FINANCIAL SUPPORT

FINANCIJSKA POTPORA

Grant of University of Rijeka (Grant No.13.06.1.1.11.), Grants of Ministry of Agriculture and Croatian Science Foundation (HRZZ-IP-2016-06-9003 and IP-11-2013-4250) supports this work.

REFERENCES

LITERATURA

- Borcić, B., A. Rudež, S. Lasić, I. Špalj, D. Horvat, Š. Ferizović, I. Smok, 1968: Novi val tularemije u dugoselskom žarištu, Zdrav. nov, 21:8-14.
- Borcić, B. 1973: Epidemiološka obilježja tularemije u njenim prirodnim žarištima u Hrvatskoj, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Borcić, B., F. Gugić, J. Kolić, N. Tvrtković, V. Bilić, S. Bujas, L. Nikolić, 1975: Nova (četvrtata) epidemija tularemije u Srednjoj Posavini, Medicina 27: 70-72.

- Borcic, B., A. Hrabar, B. Dulic, N. Tvrtkovic, V. Bilic, D. Mikacic, 1976: Ecological features of the tularemia natural focus in central Posavina (Croatia), *Folia Parasitol*, 23: 257-265.
- Borčić, B., H. Kovačić, Z. Sebek, B. Aleraj, N. Tvrtković, 1982: Small terrestrial mammals as reservoirs of leptospires in the Sava Valley (Croatia), *Folia Parasitol*, 29: 177-182.
- Borcic, B., D. Puntaric, 1996: New natural focus of hemorrhagic fever with renal syndrome in Novska, Croatia, *Croat Med J*, 37: 115-118.
- Brkić, I., B. Borčić, B. Aleraj, 2005: Tularemija u Petrinji 1998.-1999. godine, Primjeri dobre prakse, 1 (4), Zagreb.
- Ellis, J., P.C. Oyston, M. Green, R. W. Titball, 2002: Tularemia, *Clin Microbiol Rev*, 15:631-46.
- Gannon, W.L., R.S. Sikes, 2007: Guidelines of the American society of mammalogists for the use of wild mammals in research, *J Mammal*, 88: 809-823.
- Gurycova, D., V. Vydrostekova, G. Khanakah, E. Kocianova, G. Stanek, 2001: Importance of surveillance of tularemia natural foci in the known endemic area of Central Europe, 1991-1997, *Wien Klin Wochenschr*, 113: 433-438.
- Gyuranecz, M., K. Rigo, A. Dan, G. Foldvari, L. Makrai, B. Deenes, L. Fodor, G. Majoros, L. Tijak, K. Erdelyi, 2011: Investigation of the ecology of *Francisella tularensis* during an inter-epizootic period, *Vector Borne Zoonotic Dis*, 11: 1031-1035.
- Heneberg, D.M. Morelj, N. Heneberg, M. Mikes, V. Doković, B. Borčić, A. Hrabar, M. Išgum, Z. Đorđević, 1967: Prvi rezultati istraživanja prirodnih žarišta tularemije na području Siska, Gušće, Popovca, Liječ. vjesn., 89:591-600.
- Keim, P., A. Johansson, D.M. Wagner, 2007: Molecular epidemiology, evolution, and ecology of *Francisella*, *Ann NY Acad Sci*, 1105:30-66.
- Kingry, L. C., J. M. Petersen, 2014: Comparative review of *Francisella tularensis* and *Francisella novicida*, *Front in Cell Infect Microbiol*, 4: 35.
- Kuehn, A., C. Schulze, P. Kutzer, C. Probst, A. Hlinak, A. Ochs, R. Grunow, 2013: Tularaemia seroprevalence of captured and wild animals in Germany: the fox (*Vulpes vulpes*) as a biological indicator, *Epidemiol Infect*, 141: 833-840.
- Maurin M., M. Gyuranecz, 2016: Tularaemia: clinical aspects in Europe, *Lancet Infect Dis*, 16:113-24.
- Ministry of Agriculture, Veterinary and Food Safety Directorate, 2016: Program utvrđivanja prevalencije *Francisella tularensis* u Republici Hrvatskoj, Zagreb.
- Morner T., 1992: The ecology of tularaemia, *Rev Sci Tech*, 11:1123-30.
- Olsufjev, N.G., I. Mesheryakova, 1983: Subspecific Taxonomy of *Francisella tularensis* McCoy and Chapin 1912, *Int J Syst Evol Microbiol*, 33:872-874.
- Origgi, F.C., B. Konig, A. K. Lindholm, D. Mayor, P. Pilo, 2015: Tularemia among free-ranging mice without infection of exposed humans, Switzerland, 2012, *Emerg Infect Dis* 21: 133-135.
- Oyston P.C., 2008: *Francisella tularensis*: unravelling the secrets of an intracellular pathogen, *J Med Microbiol*, 57:921-30.
- Ozanic M., V. Marecic, Y. Abu Kwaik, M. Santic, 2015: The Divergent Intracellular Lifestyle of *Francisella tularensis* in Evolutionarily Distinct Host Cells, *PLoS Pathog*, 11(12):1-8.
- Reintjes, R., I. Dedushaj, A. Gjini, T.R. Jorgensen, B. Cotter, A. Lieftucht, F. D'Ancona, D. T. Dennis, M. A. Kosoy, G. Mulliqi-Osmani, R. Grunow, A. Kalaveshi, L. Gashi, I. Humolli, 2002: Tularemia outbreak investigation in Kosovo: case control and environmental studies. *Emerg Infect Dis*, 8: 69-73.
- Staples, J.E., K.A. Kubota, L.G. Chalcraft, P.S. Mead, J.M. Petersen, 2006: Epidemiologic and molecular analysis of human tularemia, United States, 1964-2004, *Emerg Infect Dis*, 12(7):1113-8.
- Tadin, A., N. Turk, M. Korva, J. Margaletic, R. Beck, M. Vucelja, J. Habus, P. Svoboda, T. A. Zupanc, H. Henttonen, A. Markotić, 2012: Multiple co-infections of rodents with hantaviruses, Leptospira, and Babesia in Croatia. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 12: 388-392.
- Tadin, A., R. Tokarz, A. Markotić, J. Margaletic, N. Turk, J. Habus, P. Svoboda, M. Vucelja, A. Desai, K. Jain, W. I. Lipkin, 2016: Molecular Survey of Zoonotic Agents in Rodents and Other Small Mammals in Croatia, *Am J Trop Med Hyg*, 94: 466-473.
- Tarnvik, A. ed., 2007: WHO Guidelines on Tularaemia, (http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_EPR_2007_7), World Health Organization, Geneva.

SAŽETAK

Francisella tularensis uzročnik je zoonoze tularemije, koja ima široki raspon domaćina, uključujući člankonošce, sisavce i ptice. Dvije podvrste *F. tularensis*, subsp. *tularensis* (Tip A) i subsp. *holartica* (Tip B), opisane su kao najčešći uzročnici bolesti u ljudi (Kingry and Petersen, 2014; Kuehn et al., 2013). Tip A i Tip B razlikuju se po svojim biokemijskim značajkama, patogenosti, ekologiji, epidemiologiji te geografskoj rasprostranjenosti. Rasprostranjenost Tipa A uglavnom je ograničena na sjevernoamerički kontinent, za razliku od Tipa B, koji se javlja duž cijele sjeverne polutke, a ujedno je i najčešći uzročnik tularemije u Europi (Keim et al., 2007; Kuehn et al., 2013). No ekologija i kruženje ove bakterije u prirodi do danas još nisu u potpunosti razjašnjeni. Različiti glodavci (voluharice, miševi, tekunice, bizantski štakori, dabrovi) te dvojezupci (kunić i zec) opisani su kao mogući rezervoari *F. tularensis*. Zadnja epidemiološka i epizootiološka istraživanja tularemije u Hrvatskoj datiraju iz šezdesetih i sedamdesetih godina prošloga stoljeća (Borčić et al., 1975). Stoga je cilj ovoga rada bio prikupiti nove podatke o prevalenciji tularemije u populaciji sitnih sisavaca u Hrvatskoj. Ukupno 444 uzoraka sitnih glodavaca i kukcojeda sakupljeno je u razdoblju od dvije godine na osam različitih lokacija.

liteta u šumama kontinentalne Hrvatske: Lipovljani, Nova Subocka, Velika Gorica, Stara Gradiška, Županja, Sunja, Koprivnica i Čakovec (Slika 1). Pretraženi su uzorci slezene od: 197 *Apodemus agrarius* (poljski miš), 78 *Apodemus sylvaticus* (šumski miš), 92 *Apodemus flavicollis* (žutogrli miš), 17 *Myodes glareolus* (šumska voluharica), 27 *Mycrotus agrestis* (livadna voluharica), 20 *Microtus arvalis* (poljska voluharica) te 13 *Sorex araneus* (rovka). Uzorcisu pretraženi na prisutnost DNA *Francisella* spp. koristeći qRT-PCR metodu. Dobiveni rezultati pokazuju da su od ukupno 444 prikupljene životinje tri uzorka (0.67%), od kojih dva poljska miša te jedan šumski miš, bili pozitivni su na francizelu (Tablica 1). Sva tri pozitivna uzorka prikupljena su na istom području – lokalitetu Lipovljani.

Tularemija je bolest koja se primarno povezuje s „nizinskim“ i „vodenim“ ekosustavima (Borcić, 1973). Područje duž toka rijeke Save (Posavina) opisuje se kao prirodno žarište tularemije u Hrvatskoj (Borcić et al., 1976), akao glavni rezervoar tularemije na tom području navodi se poljska voluharica (Borcić et al., 1976). Trimiša pozitivna na *F. tularensis* upućuju da je ova bakterija i dalje prisutna u populaciji sitnih glodavaca u Hrvatskoj. Nadalje, svi pozitivni uzorci prikupljeni su na lokalitetu Lipovljani, smještenom u srednjem dijelu toka rijeke Save, stoga ova regija zadržava obilježe prirodnog žarišta tularemije u Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: *Francisella*; tularemija, DNK, sitni glodavci, kukcojedi, rezervoari, endemska područje, Hrvatska, prevalencija.

ACCESSIBILITY ANALYSIS OF URBAN GREEN SPACES IN THE SETTLEMENT OF ZADAR IN CROATIA

ANALIZA DOSTUPNOSTI URBANIH ZELENIH POVRŠINA U NASELJU ZADAR, HRVATSKA

Silvija ŠILJEG¹, Ivan MARIĆ¹, Gojko NIKOLIĆ², Ante ŠILJEG¹

SUMMARY

Accessibility of urban green spaces (UGS) is an integral element of satisfying quality of life. Due to rapid urbanization, the studies about UGS are becoming one of the key elements of urban planning. Functional network transport system and optimal spatial distribution of UGS are preconditions for maintaining the environmental balance of the urban landscape. Accessibility analysis of UGS in the settlement of Zadar was conducted as a part of the *Urban Green Belts Project (UGB)*. Development of spatial database was the first step in generating UGS accessibility indicator. Data were collected using the supervised classification method of multispectral LANDSAT images and manual vectorization of high-resolution digital orthophoto (DOP). An analysis of UGS accessibility according to *Accessible Natural Greenspace Standard (ANGst)* was conducted. Accessibility indicator was generated based on seven objective measures which include the UGS per capita and accessibility of six UGS functional levels. The UGS accessibility indicator was compared with subjective measures that have been obtained by field survey of 718 respondents within 41 statistical units. The collected data reflected an individual assessment and subjective evaluation of UGS accessibility. This study illustrated the importance of using objective and subjective measures in the process of understanding UGS accessibility. It may be concluded that while evaluating accessibility, the residents emphasize the immediate residential environment, neglecting the UGS of higher functional levels. Furthermore, that large amounts of UGS within a city (114 m^2 per capita) do not necessarily generate a similar satisfaction with their accessibility. The output results may serve as guidelines for the further development of the functional UGS city network.

KEY WORDS: urban green spaces (UGS), accessibility indicator, subjective and objective measures, GIS.

1. INTRODUCTION

1. UVOD

Urban green spaces (UGS) are open, public or private areas in urban environments, mostly covered with vegetation, either directly or indirectly accessible to urban populations (Zadar Nova, 2016). Research has shown (Grahn and Stig-

dotter, 2010; Van den Berg et al., 2010; Koc et al., 2017) that UGS stimulate physical activity and have a positive influence on the health and psychological well-being of urban residents. Many authors (Karavla, 2006; Litt et al., 2011; Jesdale et al., 2013) have provided examples of how UGS can regulate air and water pollution, mitigate urban heat effect and enhance the quality of food products in urban

¹Doc. dr. sc. Silvija Šiljeg, Ivan Marić, mag. geogr., Doc dr. sc. Ante Šiljeg, University of Zadar, Department of Geography, Franje Tuđmana 24 i, 23 000 Zadar, Croatia. e-mail: ssiljeg@unizd.hr (corresponding autor), imaric1@unizd.hr, asiljeg@unizd.hr

²Doc.dr. Gojko Nikolić, University of Montenegro, Department of Geography, Danila Bojovića 3, 81400 Nikšić, Montenegro, e-mail: gojkorn@t-com.me

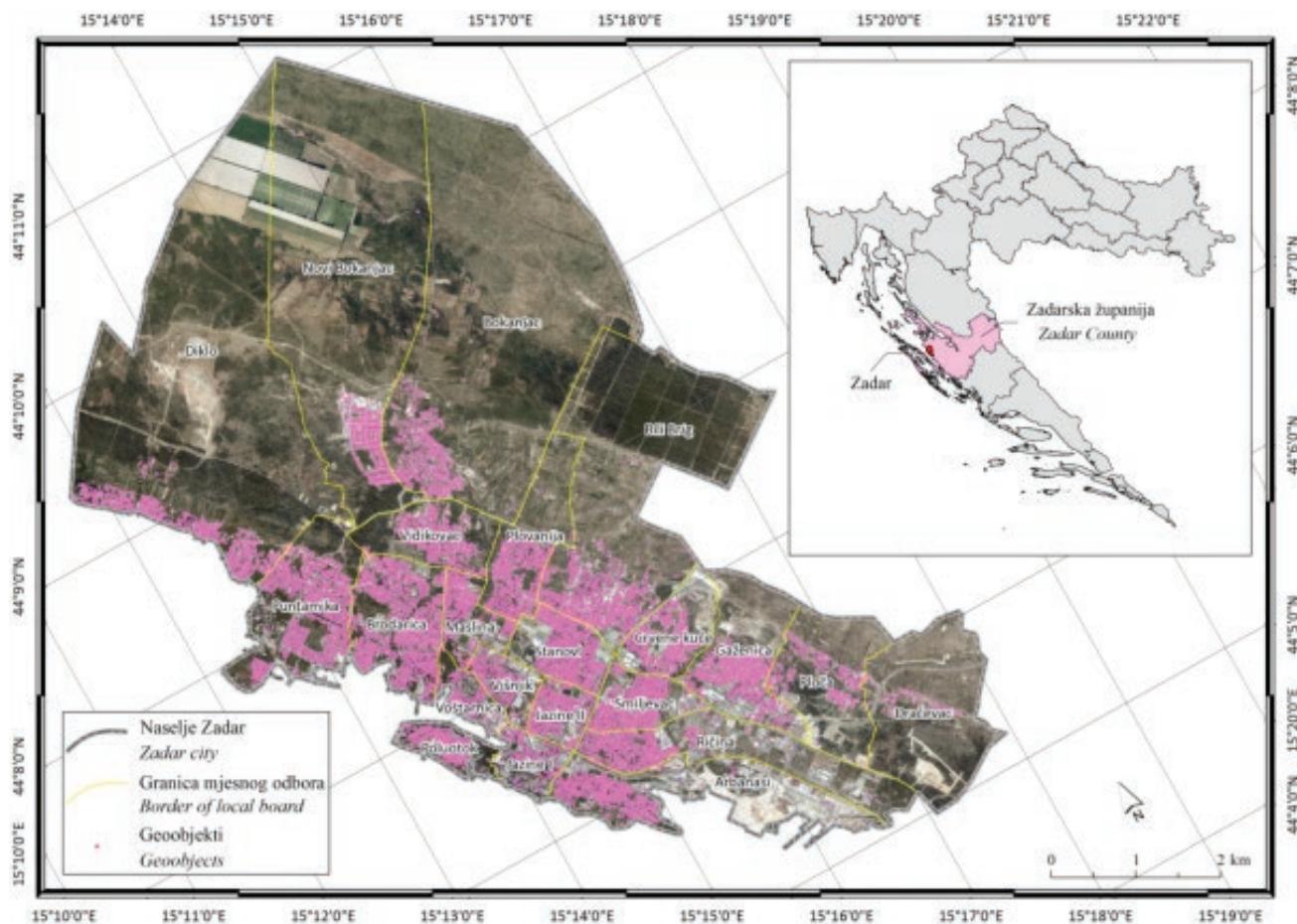


Figure 1. Geographical scope of the research

Slika 1. Prostorni obuhvat istraživanja

gardens, which can result in the improvement of urban residents' physical health (Jennings et al., 2016). According to Sandström et al. (2006) and Kong et al. (2010) the functional network of UGS contributes to the preservation of ecological balance and the sustainable use of biological resources. Optimal location and planning of green spaces, while taking into account the infrastructural and demographic needs of the city, have the potential to mitigate the negative effects of urbanization, fostering sustainable development, which ultimately makes the city more attractive by increasing the quality of life (Van Herzele and Wiedemann, 2003; Wolch et al., 2014; Gupta et al., 2016). Sandström (2002) states that UGS are necessary for the ecologically supportable function of cities, because of their influence on everyday recreation, the preservation of biodiversity (Gunnarsson et al., 2017), city's cultural identity, the maintenance and improvement of the overall environmental quality, and their contribution to technical problem-solving through natural solutions. Usually, public UGS are

usually not equally and fairly distributed (Oh and Jeong, 2007; So, 2016), especially in the terms of their accessibility to different ethnic/religious groups, or people with different incomes (Germann-Chiari and Seeland, 2004; Jesdale et al., 2013). The spatial framework of the research was the settlement of Zadar (Fig. 1), which according to the 2011 Census of the population, households and dwellings had 71,471 inhabitants (Šiljeg, 2016). The level of data processing and UGS accessibility indicator modelling was the statistical circle*. The objectives of this research were to:

- 1) develop a GIS database of UGS for the settlement of Zadar according to the methodology of *Urban Green Belts Project (UGB) WPT 1 Activity 1.1* (Zadar Nova, 2016);
- 2) determine the UGS accessibility according to the *Accessible Natural Greenspace Standard*;
- 3) generate the UGS accessibility indicator on the basis of seven objective measures;
- 4) compare the derived indicator with the subjective perception of the population.

* Statistical circles are the smallest available spatial territorial units. They were created in 1959 and have been revised for each population census. They represent a permanent network of spatial units, which covers the entire mainland area of Croatia. The settlement of Zadar consists of 41 statistical circles.

In accordance with the defined objectives, the following hypotheses were posed:

- the settlement of Zadar is a heterogeneous unit because there are significant differences in UGS accessibility and quantity among statistical circles;
- large areas of UGS within the settlement do not necessarily generate equal satisfaction regarding their accessibility;
- the perception of citizens and the UGS accessibility indicator coincide.

2. FUNCTIONALITY AND ACCESSIBILITY OF UGS

2. FUNKCIONALNOST I DOSTUPNOST UZP-A

Numerous empirical studies (Jim and Chen, 2006; Qureshi et al., 2010; Irvine et al., 2013) have indicated that UGS have specific functions at different levels of urban life. Urban forests can play a significant role in urban areas in the context of weekend recreation, while smaller parks located in the city centre have a stronger connection with local daily activities and socializing (Chiesura, 2004; Oh and Jeong, 2007). Since UGS accessibility aims to reflect community needs, it is important to consider different functional levels. The functional level means that green spaces of smaller (residential green) and larger areas (urban forest) cannot replace each other because residents perceive them in different ways and use them for different types of activities (Van Herzele and Wiedemann, 2003).

Accessibility is defined as "relative ease" of approach to specific attractive locations from certain places (Luo and Wang, 2003; Mak et al., 2017) and how visible the site is to the public. Accessibility usually refers to the non-linear distance travelled in the specific time unit without the use of means of transportation, from the user's location to his closest green space (So, 2016). Although the definition of accessibility is relatively simple, its implementation can be quite challenging, due to the characteristics of the city's transport network (Comber et al., 2008). In this paper, UGS accessibility is expressed as a percentage that represent the share of the population within specific statistical circle which has accessible specifically UGS functional level.

3. METHODS

3. METODOLOGIJA

The work methodology was based on the integration of general scientific and specific geomatic methods, which included a multispectral satellite image analysis using the supervised classification method, vectorization of high-resolution digital orthophoto (DOP) images, GIS spatial analysis, and statistical and cartographic visualization

methods. The research process was designed and implemented in four stages.

The first phase of the research was related to analysis of the literature about UGS with the aim of determining standards based on which the accessibility indicator would be created. Seven objective measures for the evaluation of statistical circles were defined. These included: 1) UGS-a (m^2) per capita and 2-7) accessibility (%) according to UGS functional levels.

In the second phase of research the first full spatially oriented UGS database for the settlement of Zadar was created following the methodology of *Urban Green Belts Project (UGB) WPT 1 Activity 1.1* (Zadar Nova, 2016). The database was created using multispectral images (USGS, 2017) and the high resolution DOP images (DGU 2017). Supervised classification of LANDSAT 8 multispectral images, with a spatial resolution of 25 m, was performed and UGS were extracted from the settlement of Zadar. The derived model of land cover was modified and adjusted using data collected through the hand vectorization method of high-resolution DOP (pixel size = 0.5 m). The combination of different data sets delivers a higher value of output data, which provides more potential for analysis and a better interpretation of the model.

In the third phase, the objective measures required for generating the UGS accessibility indicator were derived from the created database. An accessibility analysis according to the Accessible Natural Greenspace Standard (ANGst) and UGS functionality level was performed using the non-linear distance and travel time variables. In this case, walking time (min.) and regular distance (m) were used as a cost attribute. The ANG standard was defined to evaluate access to UGS and identify statistical circles which lacked green space. According to this standard, and regardless of where they live, everyone should have access to UGS of at least 2 hectares, and not further than 300 metres or 5 minutes walking distance from their home (English Nature, 2003). Analysis was performed using the walking distance "cost" (min.) from geoobjects, which represented the urban infrastructure, to UGS access points (Comber et al., 2008; Gupta et al., 2016). UGS access points were determined by overlapping the traffic nodes and UGS layer with DOP. The functional levels of UGS were determined according to the size of their area (Van Herzele and Wiedemann, 2003) and their accessibility was determined based on the parameters of walking time following a systematic process:

- From the UGS database, classes representing *residential green* (up to 1 ha), *neighbourhood green* (1-5 ha), *quarter green* (5-10 ha), *district green* (10-60 ha), *city green* (60-200 ha) and *urban forest* (>200 ha), were selected. Using the *Network Analyst* extension accessibility zones were produced around previously created UGS functional levels.

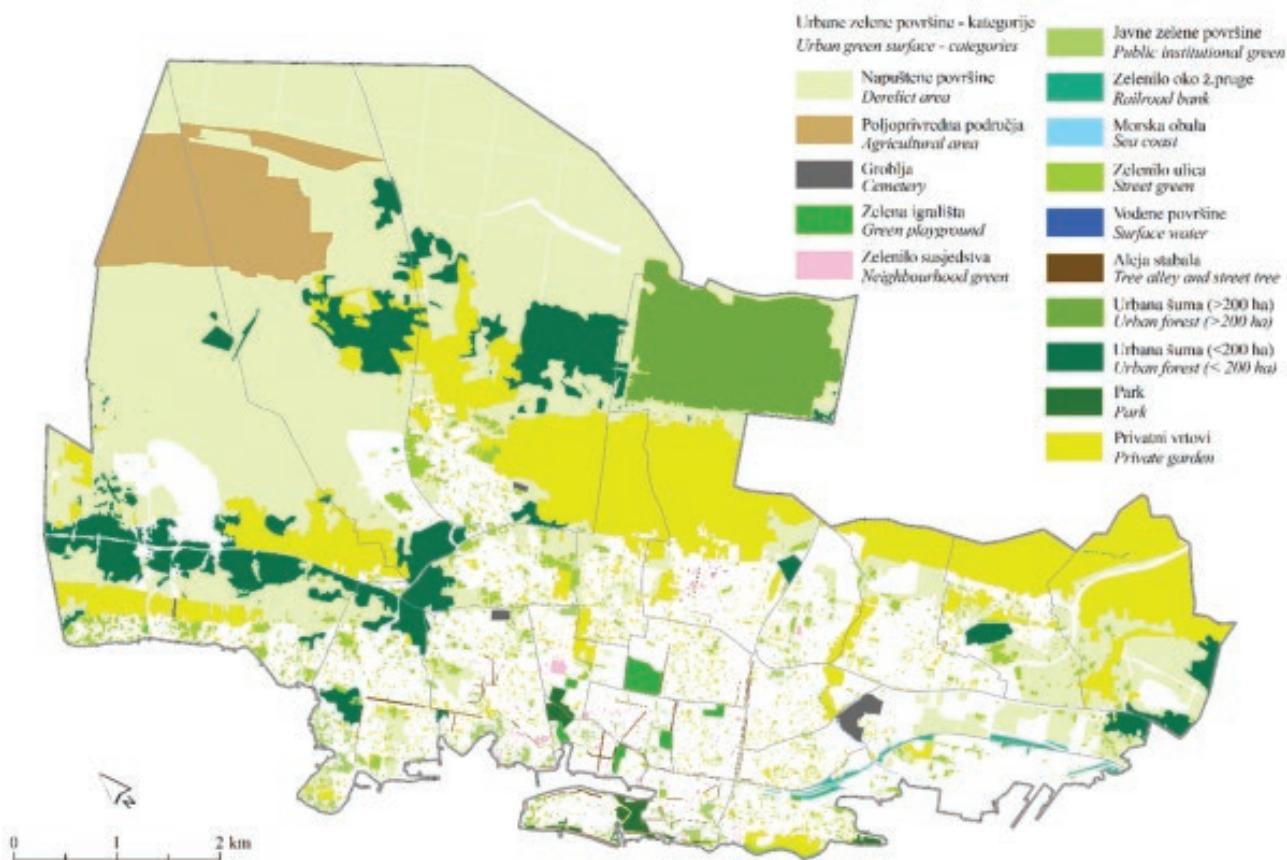


Figure 2. UGS in Zadar according to Urban Green Belts Project (UGB) classification

Slika 2. UZP-e u Zadru prema klasifikaciji Urban Green Belts Project (UGB)

b) Since the polygons representing areas of accessibility were irregular in shape, it was difficult to determine the proportion of population with accessible specific functional level of UGS. To address this limitation and obtain the most precise output results, data about population within a statistical circle and vector data about housing objects (Teodolit, 2017) for 2015 were used. The number of inhabitants for specific geoobjects was determined so that the total population of a particular statistical circle was divided by the number of geoobjects located in it. Adjustment of the created values was carried out according to the number of floors and official data on household sizes in Zadar County. A raster model of population density was created using the *Kernel Density* tool.

In the fourth phase of the research, the UGS accessibility indicator was derived from seven objective measures. Due to the complexity of the study and the subjective perception of UGS accessibility, the generated indicator was compared with subjective measures collected through a field survey which examined levels of population satisfaction with UGS accessibility in the settlement of Zadar. A field survey was conducted in 41 statistical circles in the settlement of Zadar between 10 May and 10 June 2014. In each statistical circle, 1% of the population, or 718 respondents were interviewed.

Most of the questions were closed type and answers were given on the scale of five degrees, as follows: 1- *completely dissatisfied*, 2 - *mostly dissatisfied*, 3 - *neither satisfied nor dissatisfied*, 4 - *mainly satisfied* and 5 - *completely satisfied*.

4. RESULTS

4. REZULTATI

4.1 Creating a UGS database for the settlement of Zadar – 4.1. Izrada baze UZP-a za naselje Zadar

A spatially-oriented UGS database for the settlement of Zadar was made following the official methodology of the project. The derived spatially-oriented database (Fig. 2) served to determine the objective measures required for the process of UGS accessibility indicator modelling. It is evident that green areas are spatially dominant, but not evenly distributed within the administrative borders of Zadar (Fig. 2). Specifically, the ratio of the built-up environment and green areas in the settlement of Zadar is 1:2.3. This is the consequence of the specific form of administrative border, which in the north and northwest includes large, undeveloped, derelict spaces that for the majority of the population are not functionally part of the city. Scrubland and derelict agricultural areas dominate in this area (Fig. 2).

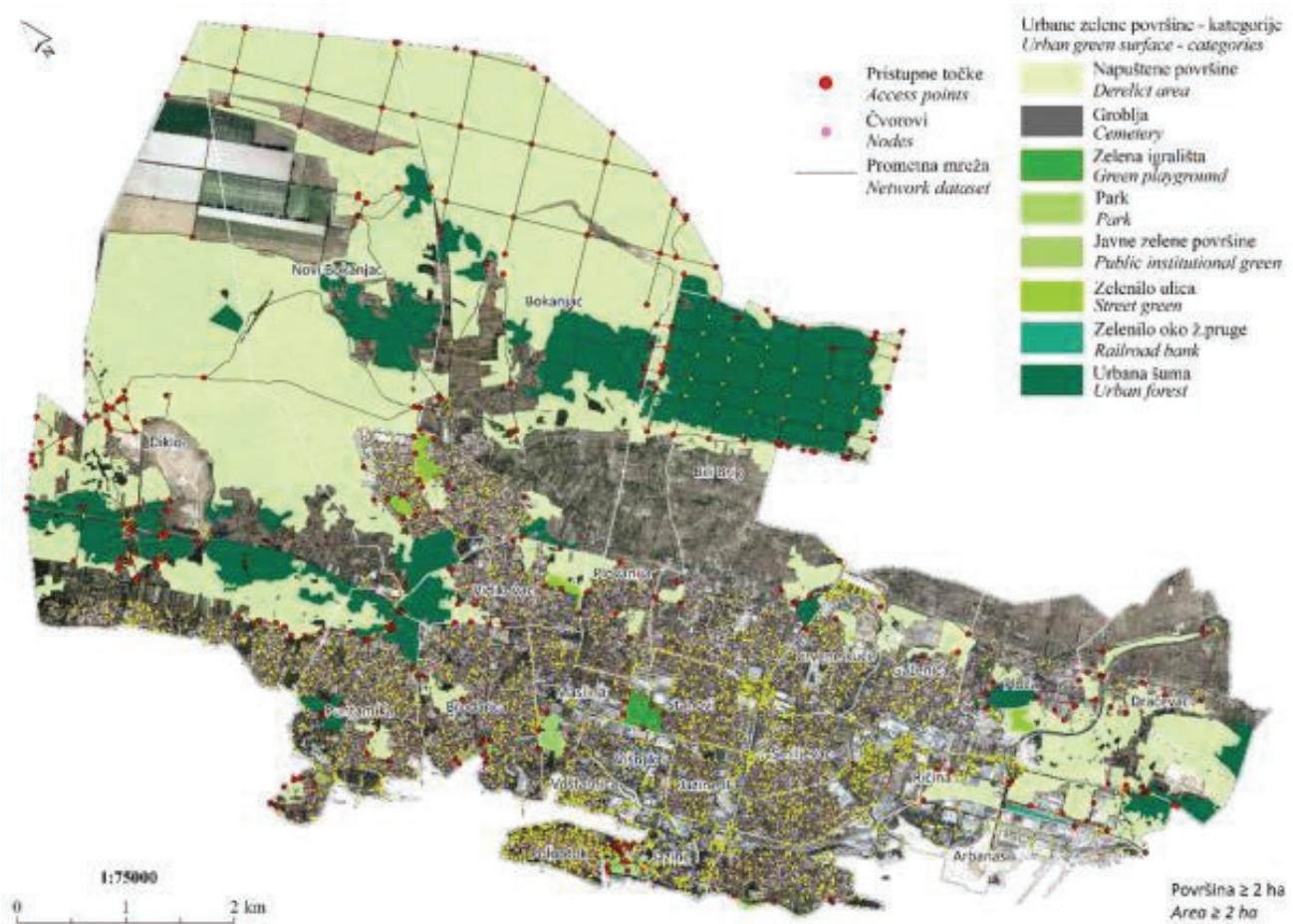


Figure 3. Selected UGS (area > 2 ha) with access points
Slika 3. Izdvojene UZP-e (površina > 2 ha) s pristupnim točkama

4.2 Accessibility analysis according to the ANGst standard – 4.2. Analiza dostupnosti prema ANGst standardu

UGS accessibility was analysed according to the ANGst standard, proposed by the English Nature (2003). Following the approach of Barbosa et al. (2007), Comber et al. (2008) and Kuta et al. (2014) private gardens and agricultural areas were excluded from the accessibility analysis because they were not available to all inhabitants of the city. For each extracted UGS bigger than 2 ha, the access point was determined (Fig. 3).

Since in the ANGst document two variables of cost are listed (5 minute of walking time and nonlinear distance of 300 m), zones of accessibility were created based on two cost attributes. According to Combert et al. (2008) and Sotoudehnia and Comber (2011), the most precise variable in the performance of the accessibility analysis is the walking time (min) to the UGS. Based on this variable statistical circles in which less than 10% of the population have an available green area (> 2 ha) within a five minute of walk are: 135356, 135364, 135372, 135399, 135402, 135429, 135500, 135518, 135526, 135615, 135623, and 135631. Statistical circles in which 0%

of the population has an available green area (> 2 ha) within a five-minute walk, based on both cost attributes are: 135364, 135500, 135518 and 135526. According to the variable of walking time, in the settlement of Zadar 27,767 people (38.85% of the total population) have access to a green space larger than 2 hectares. Since ANGst states that the entire population of the city should have access to green space, it is clear that Zadar does not meet this standard. However, this is also the case with other cities for which this analysis has been made (Kazmierczak et al., 2010), and in the comparison with them, Zadar achieved slightly better results. Comber et al. (2008) followed the same methodology of accessibility analysis for the city of Leicester and concluded that this standard was available only to 10.3% of the population. Barbosa et al. (2007) analysed UGS accessibility for Sheffield and pointed out that only 36.5% of households met the condition of having an accessible green area within 300 m a five minute walk.

4.3 Generating UGS accessibility indicators – 4.3. Generiranje indikatora dostupnosti UZP-a

The first objective measure taken into account while calculating the UGS accessibility indicator was the average UGS

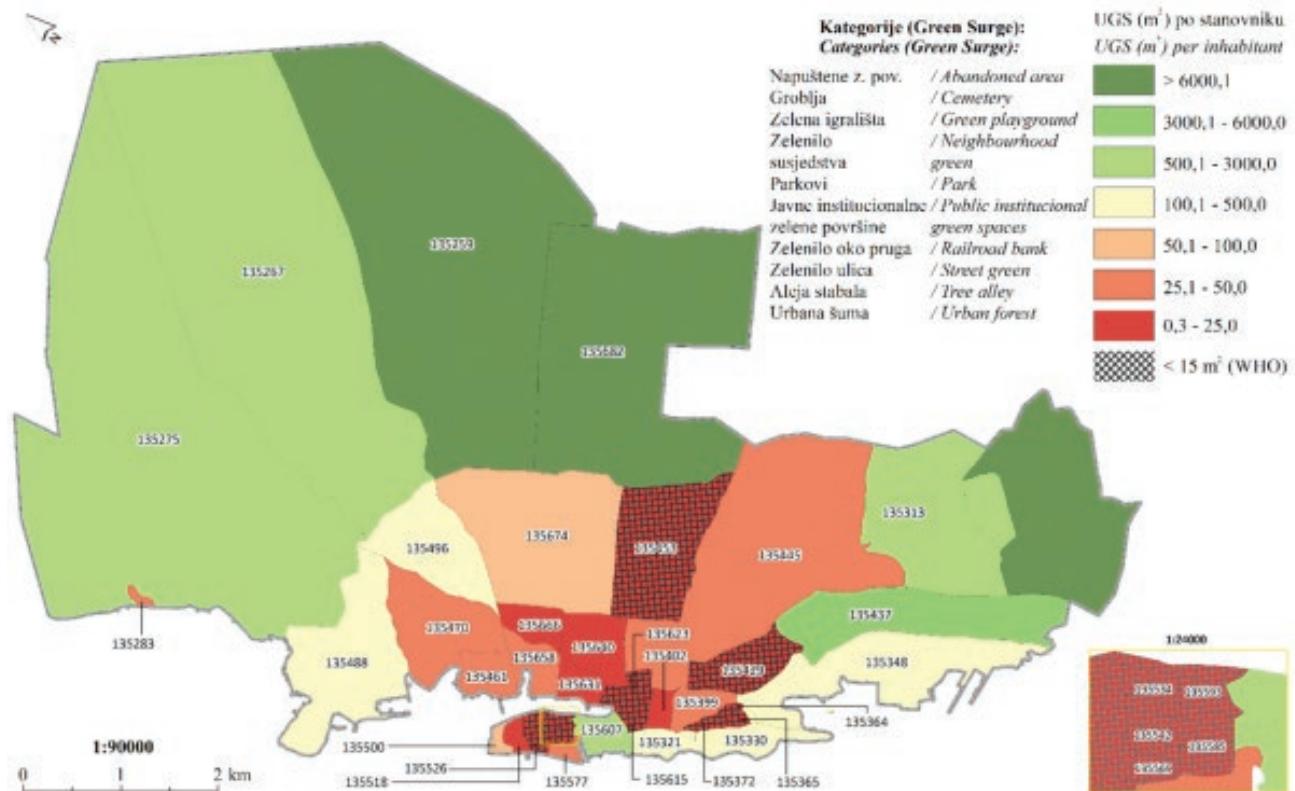


Figure 4. Average surface area (m^3) of UGS per capita within statistical circles

Slika 4. Prosječna površina UZP-a po stanovniku unutar statističkih krugova

area (m^2) per capita. The optimum value suggested by the WHO* is from 10 to 15 m^2 of UGS per capita, while the minimum is 9 m^2 (Karayannis, 2014). In the settlement of Zadar, 13 statistical circles had a smaller than optimum value ($15 m^2$) specified by the WHO. They account for 19,319 inhabitants, or 27.03% of the total city population. Most of these statistical circles are located in the central, older part of the city, which is characterized by dense urban infrastructure. In contrast, some statistical circles recorded values greater than 6,000 m^2 of green space per capita (Fig. 4).

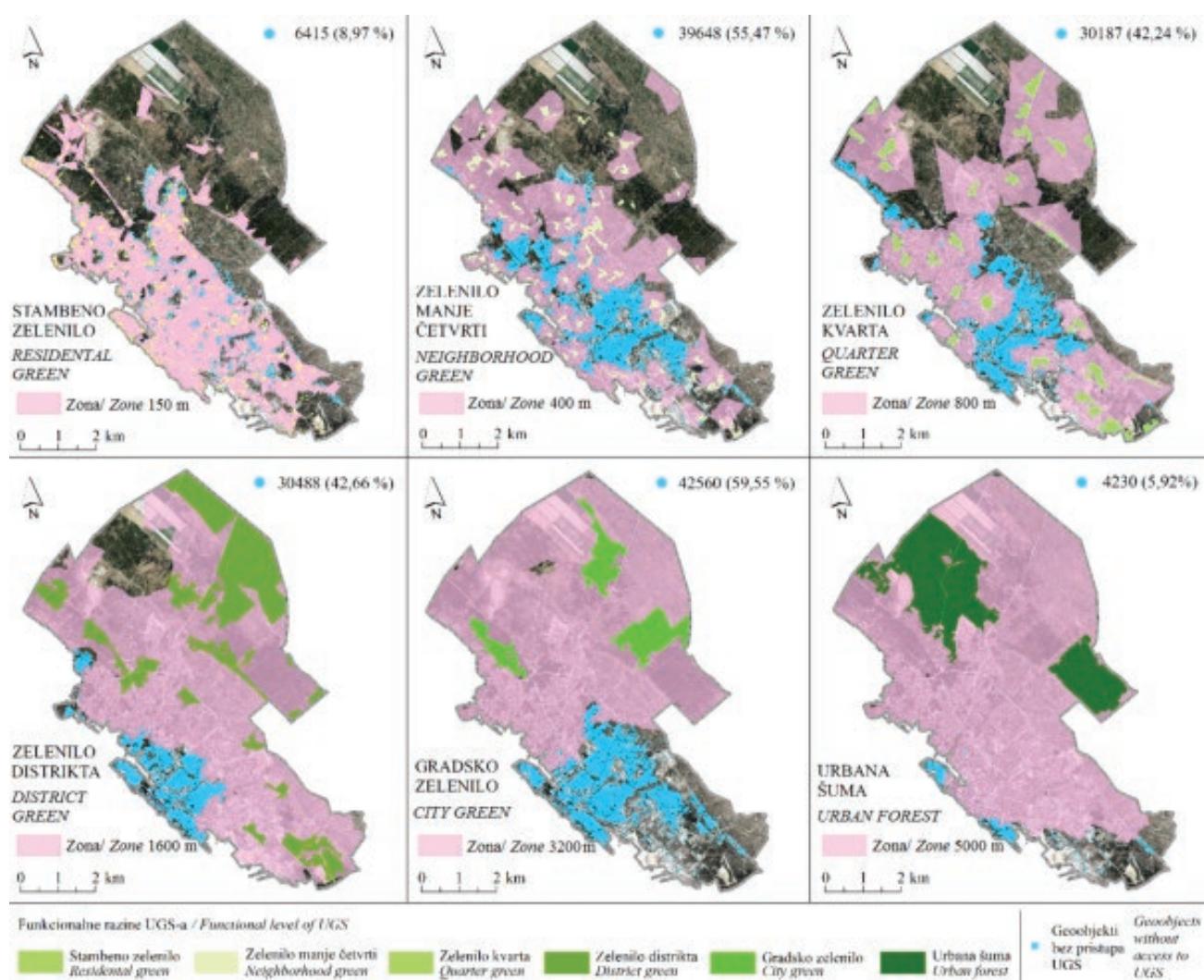
According to this measure, each inhabitant of Zadar has about 360 m^2 of green areas. This large value is the result of the administrative border shape, because the NE part consists mostly of abandoned and derelict green and agricultural areas. If we exclude these classes because they do not contribute to the environmental sustainability and identity of the city and along with their poor network connections they cannot be considered as the part of the urban city core, on the each inhabitant of Zadar comes approximately 114 m^2 of green space. The urban forest of Musapstan is included in this value.

The remaining six measures taken into account while calculating the UGS accessibility indicator referred to the UGS

accessibility on the basis of their specific functional levels. According to the parameter of area (m^2), a classification of UGS functional levels was made (Van Herzele and Wiedemann, 2003). Access points were determined for each element of the specific functional level and accessibility analysis was performed. Most of the higher UGS functional levels were located outside the inner city (Fig. 5).

It is evident that the highest accessibility values were recorded for the functional levels of the urban forest and residential green. Just under 6% of the population does not have an accessible urban forest within a distance of 5,000 m (Fig. 5). This was anticipated, because this class has the biggest influence zone (5,000 m) and the urban forest of Musapstan is located within the settlement of Zadar. Only 9% of the population does not have access to the functional level of a residential green (Fig. 5). The accessibility of the lowest and highest UGS functional levels are extremely good. The lowest accessibility values were recorded for the functional levels of neighbourhood and city greens, for which 50% of the population have no access. The functional levels of the quarter and district green fared somewhat better results (Fig. 5). The derived six variables of accessibility, for each UGS functional level, were used as objective mea-

* World Health Organization

**Figure 5** Accessibility zones according to UGS functional levels

Slika 5. Zone dostupnosti prema funkcionalnim razinama UZP-a

sures in the process of UGS accessibility indicator modelling.

Indicators are specific forms of information that indicate the current status, progress and remaining distance to the desired destination (Šiljeg, 2016). They can serve as instruments for making management decisions in the context of monitoring changes of the urban environment quality. In the process of accessibility indicator modelling, an adjustable scale of value (from 1 to 5) was used, because this allowed comparison between the objective created measures. This was due to the impossibility of comparing the different evaluated variables, such as measure stated in *percentage* and measures stated in *square meter per capita*. Thus, each of the seven objective measures was reclassified in the range of values from 1 to 5, based on defined intervals and the natural breaks method used for the variable of UGS per capita. The lowest value (1) indicates the worst results in the context of UGS accessibility, whereas the highest (5) indicates the best. All seven variables had an equal weight

coefficient (0.142) while determining the UGS accessibility indicator. The *Analytic Hierarchy Process* (AHP) was not used because it is not precise enough to rank the importance of different variables (functional levels), due to the highly subjective perception of UGS accessibility. Each objective measure within the indicator was multiplied by a constant value of 0.25. This value was used to normalise values from 1-5 to 0-1, so the formula for the accessibility indicator was:

$$I_{ACCESS} = 0,25 \times \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{RG} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{NG} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{QG} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{DG} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{CG} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{UF}}{BV} - 0,25$$

where:

I_{ACCESS} = UGS accessibility indicator

0.25 = constant values in the formula chosen in order to normalize the initial values from 1 to 5 in the range from 0 to 1, so that the single measure of the formula for the normalized value can be read as $0.25 * \text{measure} - 0.25$

P_i = average UGS area (m^2) per capita

I_{RG} , I_{NG} , I_{QG} , I_{DG} , I_{CG} , I_{UF} = accessibility according UGS functional levels

BV = measure count within the indicator

For all statistical circles, values from 1 to 5 were assigned, indicating the quality of UGS accessibility. It is evident that only one statistical circle (135500) falls within the lowest category (1) of accessibility (Fig. 6). It is important to emphasize that none of the 41 analysed statistical circles had lowest value (1) for all seven objective measures.

Statistical circle 135500 recorded the lowest value of UGS accessibility (1) for six objective measures, with the exception of I_{RG} (residential green). According to I_{RG} measure it was given a classified value of 5. Therefore, in the context of green area accessibility within the inner-city housing environment (a lower functional level of UGS) this statistical circle was characterized by extremely good conditions. This may pose a particular difficulty when comparing results with the city residents' subjective perception of UGS accessibility, because there is a possibility that the population perceives accessibility exclusively at lower UGS functional levels. The mean value of UGS accessibility for the settlement of Zadar is 3.1. Thus, the accessibility derived from the analysis of seven objective measures, according to UGS functional levels for the settlement Zadar, is 3.1 (moderate - *neither satisfied nor dissatisfied*) despite the fact that city of Zadar have $114 m^2$ of UGS per capita.

5. DISCUSSION

5. RASPRAVA

An analysis based on subjective indicators complemented the objective indicators, which is why there was a difference in the instruments used and the content covered by objective indicators (Diener and Seligman 2004). As Watson et al. (2010) have emphasized, objective conditions does not need to be simply correlated with subjective ones, and the discrepancy between them can be interpreted in various ways (Ekins and Max-Neef, 1992; Veenhoven et al., 1993; Diener and Suh, 1997; Kahneman et al., 1999). New empirical research has focused on the synergy of objective and subjective indicators, thus simplifying definitions of guidelines for spatial changes and planning.

In this context, the UGS accessibility indicator, generated based on objective measures, was compared with residents' subjective perception regarding UGS accessibility. The results of satisfaction with UGS accessibility for specific statistical circles were presented as the mean of all responses given. The lowest value for a particular statistical circle was 1.5 (135437) and the highest 4.7 (135569). The average value of satisfaction with UGS accessibility for the entire city was 3.4, which did not greatly differ from the value derived on the basis of seven objective measures (3.1). In both cases, UGS accessibility for the city of Zadar was assessed as moderate, i.e. neither satisfactory nor unsatisfactory, in spite of the huge UGS per capita.

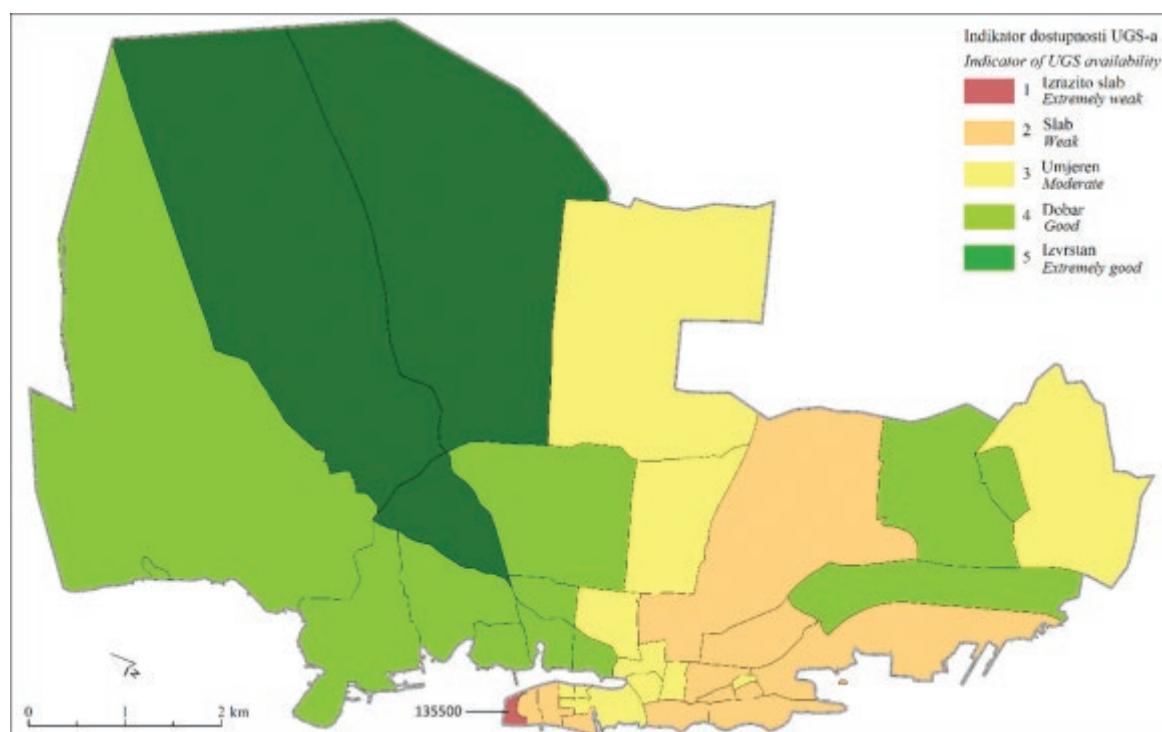


Figure 6. UGS accessibility indicator for Zadar

Slika 6. Indikator dostupnosti UZP-a za naselje Zadar

6. CONCLUSION

6. ZAKLJUČAK

The results showed that, according to the average UGS surface per capita, Zadar achieved above-average results. This is partly due to the specific form of its administrative boundary, and the low urban development of the area. Each resident in the settlement of Zadar has around 114 m² of green space. Although according to the measure of UGS per capita Zadar achieved remarkable results, their distribution and access are unequal. Several variables confirm that. Certain statistical circles have on average just a few m² of UGS per capita, while some recorded values greater than 6,000 m² per capita. Thus, about 27% of the total population lives in statistical circles which have less than 15 m² of green space per capita. Furthermore, according to the ANG standard only 17,846 (24.97%) of residents within a non-linear distance of 300 m have accessible UGS greater than 2 hectares.

The results of this study highlight the fact that UGS importance should not be identified according to size or proportion in the total area of the settlement. UGS importance is best expressed through an evaluation of accessibility to the population. The city of Zadar is a good example where the lack of public transport support and effective connectivity between the UGS and transport networks can easily lead to certain green areas becoming "isolated islands" within the administrative boundaries of the settlement, and as such, people perceive them as inaccessible. Despite the fact that the ratio of built-up and green spaces in the settlement of Zadar is 1:2.3 and that each resident has around 114 m² of green surface, the generated accessibility indicator and residents' subjective measure of satisfaction with UGS accessibility point to discrepancies. According to the UGS accessibility indicator, the mean value for Zadar is 3.1 (moderate) while according to the subjective measure of satisfaction or perception of the population, it is slightly higher, at 3.4 (moderate). The results of this research are in alignment with the claims of Chen and Chang (2015), who pointed out that large areas of green surfaces within a city do not necessarily generate proportionally similar satisfaction with their accessibility.

From the analysis, it can be concluded that UGS accessibility, according to different UGS functional levels through statistical circles in Zadar, has heterogeneous values. The most significant differences were recorded in the statistical circles of the immediate city core (old town) and periphery. Further research should focus on a comparison of these results with other cities in Croatia and quantify differences in terms of UGS accessibility.

7. REFERENCES

LITERATURA

- Barbosa O., Tratalos J. A., Armsworth P. R., Davies R. G., Fuller R. A., Johnson, P., K. J. Gaston, 2007: Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK, *Landscape and Urban Planning* 83 (2):187-195.
- Chen J., Z. Chang, 2015: Rethinking urban green space accessibility: Evaluating and optimizing public transportation system through social network analysis in megacities, *Landscape and Urban Planning* 143:150-159.
- Chiesura, A., 2004: The role of urban parks for the sustainable city, *Landscape and urban planning*, 68 (1):129-138.
- Comber, A., Brunsdon, C., E. Green, 2008: Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups, *Landscape and Urban Planning* 86 (1):103-114.
- DGU, 2017: Digitalna ortofoto karta – listovi naselja Zadar, Državna geodetska uprava, Zagreb. <https://geoportal.dgu.hr/>. Accessed 30 March 2017.
- Diener, E., E. Suh 1997: Measuring quality of life: Economic, social, and subjective indicators, *Social indicators research* 40 (1): 189-216.
- Diener, E., M. E. P. Seligman, 2004: Beyond Money: Toward and Economy of Well-being, *Psychological Science in the Public Interest* 5 (1):1-31.
- Ekins, P., M. Max-Neef, 1992: *Real Life Economics*, Routledge, London.
- English Nature, 2003: Providing accessible natural greenspaces in towns and cities: a practical guide to assessing the resources and implementing local standards for provision, UK, file:///C:/Users/Ivan/Downloads/r526_part_2[1].pdf, Accessed 25 March 2017.
- Germann-Chiari, C., K. Seeland, 2004: Are urban green spaces optimally distributed to act as places for social integration? Results of a geographical information system (GIS) approach for urban forestry research, *Forest Policy and Economics* 6 (1): 3-13.
- Grahn, P., U. K. Stigsdotter, 2010: The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration, *Landscape and urban planning* 94 (3): 264-275.
- Gunnarsson, B., Knez, I., Hedblom, M., Å. O. Sang, 2017: Effects of biodiversity and environment-related attitude on perception of urban green space, *Urban Ecosystems* 20 (1): 37-49.
- Gupta, K., Roy, A., Luthra, K., S. Maithani, 2016: GIS based analysis for assessing the accessibility at hierarchical levels of urban green spaces, *Urban Forestry & Urban Greening* 18: 198-211.
- Irvine, K. N., Warber, S. L., Devine-Wright, P., K. J. Gaston, 2013: Understanding urban green space as a health resource: A qualitative comparison of visit motivation and derived effects among park users in Sheffield, UK, *International journal of environmental research and public health* 10 (1): 417-442.
- Jennings, V., Larson, L., J. Yun, 2016: Advancing Sustainability through Urban Green Space: Cultural Ecosystem Services, Equity and Social Determinants of Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (2): 196.
- Jesdale, B. M., Morello-Frosch, R., L. Cushing, 2013: The racial/ethnic distribution of heat risk-related land cover in re-

- lation to residential segregation, *Environmental health perspectives* 121: 811–817.
- Jim, C. Y., W.Y. Chen, 2006: Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China), *Environmental management* 38 (3): 338–349.
 - Kahneman, D., Diener, E., N. Schwarz, 1999: Well-being: Foundations of hedonic psychology, Russell Sage Foundation, New York.
 - Karayannis, G., 2014: Dissecting ISO 37120: Why shady planning is good for smart cities, SmartCitiesCouncil (available at <http://smartcouncil.com/article/dissecting-iso-37120-why-shady-planning-good-smart-cities>), Accessed at 30 March 2017.
 - Karavla, J. 2006: Dendrološke karakteristike zelene potkove grada Zagreba s prijedlogom obnove njezinoga istočnog dijela. *Šumarski list*, 130 (1-2), 31-40.
 - Kazmierczak, A., Armitage, R., P. James, 2010: Urban green spaces: natural and accessible? The case of Greater Manchester, UK. In: Muller et al. (ed), *Urban biodiversity and design*, Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 383-405.
 - Koc, C. B., Osmond, P., A. Peters, 2017: Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies, *Urban Ecosystems* 20 (1): 15-35.
 - Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., Y. Zong, 2010: Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modelling, *Landscape and urban planning* 95 (1): 16-27.
 - Kuta, A. A., Odumosu, J. O., Ajayi, O. G., Zitta, N., Samail-Ija, H. A., E.A. Adesina, 2014: Using a GIS-Based Network Analysis to Determine Urban Greenspace Accessibility for Different Socio-Economic Groups, Specifically Related to Deprivation in Leicester, UK, *Civil and Environmental Research* 6 (9): 12-20.
 - Litt, J. S., Soobader, M. J., Turbin, M. S., Hale, J. W., Buchenau, M., J. A. Marshall, 2011: The influence of social involvement, neighborhood aesthetics, and community garden participation on fruit and vegetable consumption, *American journal of public health* 101 (8): 1466-1473.
 - Luo, W., F. Wang, 2003: Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region, *Environment and Planning B: Planning and Design* 30 (6): 865-884.
 - Mak, C., Scholz, M., P. James, 2017: Sustainable drainage system site assessment method using urban ecosystem services, *Urban Ecosystems* 20 (2): 293-307.
 - Oh, K., S. Jeong, 2007: Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS, *Landscape and Urban planning*. 82 (1): 25-32.
 - Qureshi, S., Breuste, J. H., S. J. Lindley, 2010: Green space functionality along an urban gradient in Karachi, Pakistan: a socio-ecological study, *Human Ecology* 38 (2): 283-294.
 - Sandström, U. G. 2002: Green infrastructure planning in urban Sweden, *Planning Practice and Research* 17 (4): 373-385.
 - Sandström, U. G., Angelstam, P., G. Mikusiński, 2006: Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space, *Landscape and urban planning* 77 (1): 39-53.
 - So, S. W. 2016: *Urban Green Space Accessibility and Environmental Justice: A GIS-Based Analysis in the City of Phoenix, Arizona*, Doctoral dissertation, University of Southern California, Los Angeles
 - Sotoudehnia, F., L. Comber, 2011: Measuring perceived accessibility to urban green space: an integration of gis and participatory mapm, In: 14th AGILE Conference on Geographic Information: Advancing Geoinformation Science for a Changing World (available at: https://agileonline.org/conference_paper/cds/agile_2011/contents/pdf/shortpapers/sp_148.pdf)
 - Šiljeg, S. 2016: Evaluation of quality of housing in Zadar, Doctoral dissertation, University of Zagreb, Zagreb.
 - Teodolit, 2017. Velebitska 8 A, 23000 Zadar
 - USGS, 2017. The United States Geological Survey (<https://lta.cr.usgs.gov/L8>), Accessed 25 March 2017.
 - Van den Berg, A. E., Maas, J., Verheij, R. A., P. P. Groenewegen, 2010: Green space as a buffer between stressful life events and health, *Social science & medicine* 70 (8): 1203-1210.
 - Van Herzele, A., T. Wiedemann, 2003: A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces, *Landscape and urban planning* 63 (2): 109-126.
 - Veenhoven, R., Ehrhardt, J., Ho, M. S. D., A. de Vries, 1993: Happiness in nations: Subjective appreciation of life in 56 nations 1946-1992, Erasmus University Rotterdam.
 - Watson, D., Pichler, F., C. Wallace, 2010: Second European Quality of Life Survey: Subjective Well-being in Europe, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
 - Wolch, J. R., Byrne, J., J. P. Newell, 2014: Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough', *Landscape and Urban Planning* 125: 234-244.
 - Zadar Nova, 2016: *Urban Green Belts (UGB) project WPT 1 Activity 1.1, Common methodology for local assessment and analysis of urban green space (UGS)* (<http://www.zadra.hr/wp-content/uploads/2016/10/Metodologija.pdf>), Accessed 25 March 2017.

SAŽETAK

Dostupnost urbanih zelenih površina (UZP) sastavni je element zadovoljavajuće kvalitete života. Zbog nagle urbanizacije proučavanje zelenih površina postaje jedan od ključnih elemenata urbanističkog planiranja. Funkcionalna mreža prometnog sustava i optimalan prostorni raspored UZP-a preduvjeti su za održavanje ekološke ravnoteže urbanog krajolika. Analiza dostupnosti UZP-a u naselju Zadar izvršena je u sklopu projekta Urban Green Belts Project (UGB). Analizi je prethodila izrada prostorno-orientirane baze UZP-a. Podaci su prikupljeni metodom nadzirane klasifikacije multispektralnih LANDSAT snimaka i metodom ručne vektorizacije DOF snimaka. U prvoj fazi istraživanja izvršena je analiza dostupnosti

UZP-a prema ANG standardu. Indikator dostupnosti generiran je na temelju sedam objektivnih mjera koji uključuju površinu UZP-a po stanovniku te dostupnost šest funkcionalnih razina UZP-a. Izvedeni indikator dostupnosti uspoređen je sa subjektivnim mjerama koje su izvedene anketnim ispitivanjem 718 ispitanika unutar 41 statističkog kruga. Prikupljeni podaci reflektiraju individualnu procjenu te zadovoljstvo dostupnošću UZP-om. Ovo istraživanje istaknulo je važnost korištenja objektivnih i subjektivnih mjera u procesu razumijevanja dostupnosti UZP-a. Rezultati su pokazali da prilikom vrednovanja dostupnosti stanovnici naglasak stavljuju na uže stambeno okruženje, zanemarujući time više funkcionalne razine UZP-a. Nadalje, velike količine UZP-a unutar grada (114 m^2 po stanovniku) ne moraju generirati slično zadovoljstvo njihovom dostupnošću. Izlazni rezultati mogu služiti kao smjernice za daljnji razvoj grada u kontekstu planiranja funkcionalne mreže UZP-a.

KLJUČNE RIJEČI: urbane zelene površine (UZP), indikator dostupnosti, subjektivne i objektivne mjere, Zadar.



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 HKiSDT, 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 ospozobljavanje 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 posizanje 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.

HARVESTING CONDITIONS, MARKET PARTICULARITIES OR JUST ECONOMIC COMPETITION: A ROMANIAN CASE STUDY REGARDING THE EVOLUTION OF STANDING TIMBER CONTRACTING RATES

UVJETI PRIDOBIVANJA DRVA, OSOBITOSTI TRŽIŠTA ILI TRŽIŠNO NATJECANJE: RUMUNJSKA STUDIJA SLUČAJA O KRETANJU UGOVORNIH STOPA ZA DRVO NA PANJU

Mădălina FORNEA¹, Marcian BÎRDA², Stelian Alexandru BORZ¹, Bogdan POPA¹, Željko TOMAŠIĆ^{3*}

ABSTRACT

A survey of timber harvesting operations and tendering prices was conducted in a representative forest region of Romania aiming to see to what extent the harvesting parameters of the sold harvesting stacks affect the tendering prices. Based on a sample of 1192 contracts, accounting for more than 20,000 harvested hectares and for more than 600,000 harvested cubic meters, descriptive statistics of harvesting conditions and tendering prices were computed and prediction models of tendering prices as a function of harvesting conditions were estimated. Harvesting factors such as the felling type, sold volume, removal intensity, tree size and pruning condition, slope and extraction distance had rather a low effect on the initial (adj. $R^2 = 0.20$) and final tendering prices (adj. $R^2 = 0.17$) showing that the remaining variability could be related to other factors. No obvious relations were found between the variation of harvesting factors and the variation of the difference in price paid by the contractors to buy the wood. As a consequence, a more detailed price analysis was conducted to see to what extent prices can be explained by the demand and supply evolution. Although the evolution of the prices and negotiated quantities may be considered confusing in the context of a normal market supply and demand, the analysis revealed that the stumpage market demand increase during analyzed years and there was a bigger demand for conifers species. The results of this study could be of help for both, the forest management and harvesting contractors in shaping and conducting their businesses. In addition, the study gives detailed statistics on the forest operations practices and conditions under the Romanian forestry, being of help for comparisons with other regions.

KEY WORDS: harvesting conditions, prediction model, auction price, selling price, supply, demand

¹ Mădălina Fornea, Eng. PhD student, Stelian Alexandru Borz, PhD, Bogdan Popa, PhD, Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, University Transilvania of Brașov, Brașov, Romania

² Marcian Bîrda, PhD, National Forest Administration - RNP Romsilva, Baia Mare branch, Romania

³ Dr. Sc. Željko Tomašić, PhD, Hrvatske Šume d.o.o., Headquarters, Production and Development Department, Zagreb, Croatia

*Correspondence: zeljko.tomasic@hrsume.hr

1. INTRODUCTION

UVOD

Romanian forests cover roughly 6.9 million hectares, predominating in the alpine landscapes (Florescu & Nicolescu 1996). They always played a key role in supporting the national economy and that is still true, the forest sector contribution to GDP being around 4% (WB, 2014). The Romanian forest functionality system divides the forests in two main groups (Parliament of Romania 2015) - protection and production forests - with the later predominantly managed under the continuous cover forestry practices as a compromise between production and protection functions.

The management of even-aged forests intended for the production of wood assortments is mostly based on regenerative felling that have predetermined rotation periods stipulated into management plans. Usually, this means repeated extractions in the form of thinning operations followed by several final fellings to extract the wood at the maturity of forest stands. In some cases, clear cuts are carried out to artificially regenerate poplar and spruce stands, by plantation. Only to a minor extent the production forests are managed under the uneven-aged systems.

Wood trading in the Romanian state-owned forests is strictly regulated, being characterized by standardized contracting procedures and rather an excessive bureaucracy (Rauch et al. 2015). The state-owned forest management company (National Forest Administration - Romsilva, NFA) is selling wood coming from state forests on public tenders or by direct negotiation with customers, according to some pre-established price list. Majority of the sold wood (80%) is object of public tenders and the wood is sold on the stump. The rest of it is harvested using NFA own harvesting facilities or by buying harvesting services from private companies that have wood harvesting permits issued by the central authority. This category is usually sold in roadside landings or, rarely, in central storages. The above described situation is due to the limited capacity of NFA to harvest the wood but also to the prescriptive legislation that is favoring the access of harvesting companies to the state wood resources (OM, 2016). Wood quantities to be harvested every year are at the level of the Annual Allowable Cut (AAC) established by the 10 years-based forest management plans. However, in many cases, due to the lack of accessibility, or for other different harvesting reasons, the annual wood quantity to be harvested is less than the AAC. Compared to other regions such as the Central European alpine forests (Spinelli et al. 2015), the standing wood is tendered, auction prices being established by the county branches of NFA using the reference prices that are established at national level based on market conditions, species, accessibility, estimated dimensional assortment and felling type (OM 2016). Decision on the amount of timber to be harvested,

therefore sold, is based on forest management plans. Additionally, the county branches usually consider the average tree volume and provenience when establishing the auction price (OM 2016). The auction prices are established for every cut-block in RON/m³ (RON - Romanian currency) that is applied for all the wood volume to be sold in that cut-block. The volumes are estimated at the level of compartment parts, compartments or groups of compartments and include all the trees that are to be harvested in those stands depending on the operations that are planned. These are done according to a forest management plan. Forest management plans are, in their essence, authorized regulatory documents prepared at forest management unit level (usually between 1000 and 5000 hectares) and having a 10-year validity (Abrudan 2012). They serve as a reference for planning, guarding and providing forest-based services and products including timber and non-timber forest products. For private forest owners, the forest management planning is done mainly by private companies and for state forests, by the National Forestry Research and Development Institute.

The tendering process is rather complicated including a pre-selection of potential harvesting companies, a proper transparency and publicity of volume estimation, prices and locations of cut-blocks as well as harvesting conditions and prescriptions (OM, 2016). All the standing wood is entering the tendering process. For some quantities, there are no offers, these quantities being labeled as untendered. In many cases, due to the tendering process, the selling prices are significantly higher than the auction price. Nevertheless, the untendered wood quantities can be negotiated in term of prices between the NFA county branches and the harvesting companies, but the negotiated price must not be lower than the auction price (OM, 2016). In case the negotiation fails the NFA county branch can harvest these wood quantities, using both their harvesting facilities and buying harvesting services.

The above described wood trading regulatory system is introducing certain distortions in the stumpage market, additional to those that are determined by the lack of homogeneity in harvesting conditions and the limitation in resource. Therefore, establishing a very clear connection between wood quality or harvesting conditions on one side and the market conditions, on the other side, is even more difficult. Although there are numerous attempts to elaborate models describing the factors influencing wood prices (Sohngen & Sedjo 1998), many of them quite successful, describing wood markets is still an issue due to high influence of the limited homogeneity of the harvesting conditions and stands characteristics (Wear & Parks 1994). Stumpage market description, however, is quite commonly done with remarkable results, using the transactions evidence (Niquidet & Kooten 2006). For Romania, the very prescribed regula-

tion in terms of selling, harvesting and transporting the timber (Abrudan et al. 2015) as well as the relative immaturity of the market actors (the whole timber harvesting sector have recently been privatized) is making the market factors assessment even more difficult, although interesting attempts have been made, mainly about local conditions (Nichiforel & Turcu 2015). Moreover, small and medium-sized harvesting companies owning and operating partially mechanized equipment (Moskalik et al. 2017) are predominating the Romanian wood harvesting market environment (Sbera 2007) a fact that often results in a low financial capability and in the lack of appropriate technology to harvest the wood (Rauch et al. 2015). This is even worse in the steep-terrain alpine and hilly forests that are often characterized by a low access which limits the use of state-of-art cable yarding technology (Borz et al. 2014a, Visser and Harrill 2017), resulting in a poor time management and low productivities (Borz et al. 2013), unsafe harvesting procedures (Borz et al. 2014b, Leshchinsky et al. 2016, Potočnik and Poje 2017) and altered practices in terms of winching distance (Borz et al. 2014c) that generate increased work-related risks (Đuka et al. 2016) and production costs and sometimes affect the environment (Borz et al. 2015, Cosola et al. 2016). Small scale companies often lack the financial capability to purchase expensive mechanized equipment (Spinelli et al. 2012) and the ability to associate themselves for such attempts given the fact that they are competitors on the wood market. Also, the internal cost-control processes and mechanisms of the Romanian contractors are rather absent in the available literature, therefore difficult to understand and manage. While the environmental, cultural and social dimensions affect the sustainability of the wood procurement (Rauch 2013), and the type of mechanization degree of harvesting systems depends on economic condition (Moskalik et al. 2017), forest types, wood species, management methods, terrain and climatic conditions (Vusić et al. 2013) one of the important issues in the optimization of forest operations is the cost control (Mathews 1942, Oprea & Borz 2008) and economic sustainability (Rauch 2013). It refers not only to the operational costs but to the harvesting contract rates (Spinelli et al. 2015) and the general context between suppliers and contractors. Obviously, the Romanian harvesting conditions differ compared to those from other Western European or international countries with the main differences resting in the equipment (Moskalik et al. 2017, Sbera 2007) and practices used (Moskalik et al. 2017, Borz 2015), market context (Nichiforel & Turcu 2015) and the low access due to the poorly-developed transportation infrastructure (Iordache et al. 2012). The underdeveloped transportation infrastructure generates low access to wood resources by increased extraction distances that are just one of the well-known factors affecting the operational costs irrespective of the harvesting system used (Heinimann 1998). On the

other hand, applied research should provide knowledge and tools to help and support the competitiveness of the industry (Brown et al. 2011) triggering this way innovation. This is particularly important in the forest-based industry where the innovation runs slow but in order to do that the industry's context should be known with the later referring both to the economic and technical environment. Often, a context is known by reliable statistics on the issues mentioned above and such statistics are usually gained by surveys.

The goal of this study was to analyze the harvesting conditions in relation to the wood selling prices for an area considered as being representative for the Romanian forest conditions. The working hypothesis of this study is that the variability of selling price of the timber could be explained by the variability of a set of technical factors characterizing the harvesting conditions. Therefore, the objectives of this study were set to: (1) developing descriptive statistics for harvesting conditions and timber selling prices, (2) attempting to model the wood selling prices as a function of operational harvesting conditions and (3) analyzing in detail the wood selling prices for the area taken into study.

2. MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

A survey has been conducted on the harvesting contracts with the data used in this study sourced by the Regional Forest Administration of Baia Mare (RFA Baia Mare), Maramureş (Fig. 1), accounting for 13 forest districts falling under its administration and for three management years (2012-2014). The authors believe that the data used in this study can be seen as being representative for the Romanian conditions for several reasons including the wide variability of the forests, tree species and harvesting conditions in the area (starting with the plain and ending with alpine forests) and the standard contracting procedures at national level.



Figure 1. Study area

Slika 1. Područje istraživanja

Descriptive data on the sold and harvested timber was refined from an initial database that accounted for more than 800,000 m³, over bark (o.b.). Refinement was necessary due to the data inconsistency of some of the harvesting contracts. Specific parameters coming from the timber selling acts such as the felling type - FT, forecasted harvesting methods - HM, cut-block area - TA (ha), sold volume per cut-block - LS (m³ over and under bark on main tree species), removal intensity - RI (m³ × ha⁻¹), tree size - TS (m³ × tree⁻¹) and pruning condition - PC (% of the tree height), terrain slope - S (°), extraction distance - ED (m), initial tendering price - ITP (RON × m⁻³), final tendering price (selling price) - FTP (RON × m⁻³) and the difference in price paid by the contractors PD (RON × m⁻³) were coupled with data coming from the contractors side such as the effectively used harvesting systems (HS) for a number of 1192 harvesting contracts (644,055.00 m³ o.b.) spanning the 2012–2014 period. Harvesting systems were described based on the equipment used and they were categorized in (1) motor manual tree felling and processing - tractor skidding (MMF-SKID), (2) motor manual tree felling and processing - cable yarding (MMF-CY) and (3) motor manual tree felling and processing - animal powered logging (MMF-AL). Such data was provided by the local contractors based on the request of the RFA Baia Mare and it was paired with the contract data into a Microsoft Excel sheet. The types of silvicultural systems under the analysis were clear felling (CF) which in the Romanian mountains is usually carried out in the case of spruce stands on areas less than 3 hectares, thinning (THI) which in Romania is less intensive in terms of removals, salvage felling (SAL) which is usually implemented to extract the wood affected by various factors such as drought, windthrow or mass infestations on relatively large areas, sanitary felling (SAN) which aims to remove locally affected wood and selective felling (SEL) which is the regular system to extract the wood under the continuous cover forestry practice in Romania assuming that such forests are old enough - reached their rotation - to carry on the main harvests. In such a case, a selective felling is done to remove 10 to 33% of the growing stock per decade, providing the needed space for natural regeneration. Given the fact that the forest managers categorize the wood extracted to create the space needed for skid roads or other harvesting and transportation infrastructure as salvage felling, in this study we used the same approach.

Data was analyzed statistically using the Microsoft Excel software. The authors chose this software package as it enables several functionalities of data refining, calculation and statistical analysis. The later was carried out sequentially in order to get the descriptive statistics of the studied conditions, to attempt to model the variation of tendering prices as a function of the harvesting conditions and to analyze in detail such prices. A first step was that of treating the outliers

which was described above. Inconsistencies were found as all of the initial data was manually filled into the database. Then the descriptive statistics of the harvesting conditions and selling prices were developed, followed by an attempt to model the tendering prices as a function of harvesting conditions. To this end, a stepwise backward regression procedure using a confidence threshold set at $\alpha = 0.05$ was used to test the significance of predictor variables and of the developed models ($p \leq 0.05$) following a correlation analysis (not shown in this study) which assumed a threshold of $R = 0.75$ to treat the multicollinearity of the independent variables as described in Sabo & Porsinsky (2005). Exclusion of a given variable within a pair of highly correlated variables was made based on logical assumptions on which of them would be more suitable for the regression analysis. All of the procedures used were those specific to general statistics techniques as described, for instance in Zar (2010).

Finally, a detailed analysis of the difference in price was carried out assuming that stacks with the difference between auction price and selling price under the auction step were negotiated and negotiated stacks are less demanded by the harvesting companies. For simplicity reasons, when assessing the prices per species, stacks having more than 60% volume of one species were considered for that species or group of species. This was the reason for considering only two group of species or species: beech and conifers. The analysis was done in Romanian currency (RON). The average annual exchange rates for the three considered years were RON/EUR 4.4560 in 2012, 4.4190 in 2013 and 4.4446 in 2014 as published by the Romanian Central Bank.

3. RESEARCH RESULTS REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Descriptive statistics of the harvesting conditions and tendering prices – *Deskriptivna analiza uvjeta pridobivanja drva i natječajnih cijena*

Table 1 shows the summary statistics of operational variables and tendering prices. Cut-block area varied widely between 0.1 and 287 hectares as being specific to some Romanian wood selling practices. The minimum value is specific to those extractions aiming to create space within the forest for the skidding roads. Such extraction types were categorized in this study as salvage cuts (SAL). The maximum value was that specific to sanitary extractions (SAN) where the Romanian praxis is that of grouping several compartments or (and) compartment parts, possibly to cope with very low removal intensities. This study covered the harvesting data coming from more than 22,000 hectares. The mean cut-block area was of about 19 hectares. Accordingly, the volume sold per cut-block varied between 3 and 2,868 m³ o.b., averaging 540.3 m³ o.b. (513.4 m³ under bark,

hereafter - u.b.). According to the data shown, the bark volume for all of the harvested wood can be estimated at 32,053 m³. Removal intensity is often related to the extraction types and the cut-block area. It varied largely between 0.2 and 962.4 m³ o.b. × ha⁻¹ (0.2 and 917.2 m³ u.b. × ha⁻¹) as being specific to low extractions (SAN) or high intensity extractions (clear cuts - CF, selective cuts - SEL) and it averaged 97.3 m³ o.b. × ha⁻¹ (92.4 m³ u.b. × ha⁻¹). Tree size varied also widely from less than 0.1 to more than 5.0 m³ × tree⁻¹, as in the area exist some old-grown beech forests. Even if a wide range of forests were taken into account, including plain and hilly forests, the average terrain slope was of almost 24°. Notable was also the extraction distance which averaged more than 1,1 km, varying widely between 200 m and 3 km.

Clear fells (CF) accounted for less of 1% both in terms of sold (extracted) volume and harvested areas (Fig. 2). Predominant in the harvested volume were the selective removals (SEL) while the thinning operations (THI) accounted for near the same share in terms of harvested area and volume. As expected, the sanitary extractions (SAN) contributed more in the harvested area and less in the harvested volume.

The share of harvesting systems used to extract the wood was computed based on the number of contracts in which a given harvesting system was effectively used (not shown herein). Motor-manual tree felling and processing followed by skidding using winch skidders or adapted farm tractors (MMF-SKID) accounted for 89.18% of the cases being used

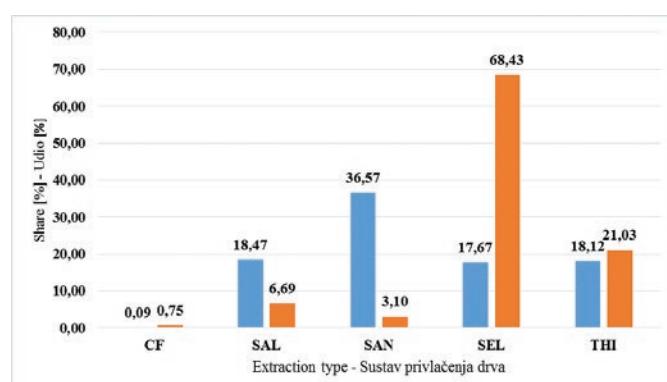


Figure 2. Share of extraction (felling) types on harvested areas (blue) and extracted volume (orange)

Slika 2. Udjeli vrste privlačenja (siječja) prema površini sječine (plavo) i obujmu privučenog drva (narančasto)

to harvest the wood corresponding to 1063 carried-on harvesting contracts. The next in line was the motor-manual tree felling and processing followed by animal powered logging (MMF-AL) with a share of 10.32% (123 cases). Cable yarding was used for less than 1% of the cases (6 cases).

3.2. Regression models of the tendering prices – *Regresijski model natječajnih cijena*

Regression analysis returned the models included in Equations 1 and 2. Following the correlation analysis both, the sold volume per cut-block (m³ u.b.) and removal intensity

Table 1. Summary of operational conditions and tendering prices

Tablica 1. Sažeti prikaz uvjeta pridobivanja drva i natječajnih cijena

Parameters – Parametri		Descriptive statistics – Deskriptivna statistika			
Harvesting variables – Parametri pridobivanja drva		N	Min.	Max.	Mean±St.dev.
Cut-block area [ha] – Površina sječine [ha]		1192	0.1	287.0	18.5±35.5
Volume sold per cut-block [m ³ o.b.] – Prodani obujam po sječini [m ³ o.b.]		1192	3.0	4868.0	540.3±675.4
Volume sold per cut-block [m ³ u.b.] – Prodani obujam po sječini [m ³ u.b.]		1192	3.0	4472.0	513.4±642.5
Removal intensity [m ³ o.b. ha ⁻¹]		1192	0.2	962.4	97.3±128.6
Sječna gustoća [m ³ brutto ha ⁻¹]					–
Removal intensity [m ³ u.b. ha ⁻¹]		1192	0.2	917.2	92.4±122.7
Sječna gustoća [m ³ netto ha ⁻¹]					–
Mean tree volume [m ³] – Srednje kubno stablo [m ³]		1192	<0.1	5.7	1.1±1.0
Pruning condition [% of tree height]		1192	<0.1	0.8	0.5±0.1
Čistoća od grana [% visine stabla]					–
Terrain slope [°] – Nagib terena [°]		1192	0.0	50.0	23.5±10.0
Extraction distance [m] – Udaljenost privlačenja [m]		1192	200.0	3,000	1161.6±1078.4
Tendering price – Natječajna cijena					
Initial tendering price [RON]		1192	15.0	288.0	79.3±41.6
Početna natječajna cijena [RON]					94517.0
Final tendering price [RON]		1192	16.0	350.0	98.1±54.7
Ostvarena natječajna cijena [RON]					116972.0
Difference [RON] – Razlika [RON]		1192	0.0	262.0	18.8±30.9
					22455.0

($m^3 \text{ u.b.} \times \text{ha}^{-1}$) were excluded as they were strongly correlated, with their pairs expressed in over bark cubic meters. As shown in Eq. 1, in the case of prediction of initial tendering price (ITP) by the harvesting technical parameters, the common variability of all of the studied harvesting variables explained the variability of the former in a proportion of 20% (Adj. $R^2 = 0,20$). All of the variables taken into account, as well as the developed model were significant ($\alpha = 0.05$, $p < 0.01$).

$$\begin{aligned} \text{ITP} = 39.604 + 13.823 \times \text{FT} + 14.087 \times \text{HS} + \\ 0.148 \times \text{TA} - 0.007 \times \text{LS} + 0.028 \times \text{RI} + 5.637 \times \text{TS} + \\ 35.351 \times \text{PC} - 0.443 \times \text{S} - 0.004 \times \text{ED} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 1})$$

For the final tendering price (FTP) model (Eq. 2), however, the volume sold per cut-block and removal intensity failed to become significant. In the developed model, the common variability of the remaining variables explained the variability of the final tendering price in a proportion of 17% (adj. $R^2 = 0.17$). All of the variables taken into account, as well as the developed model were significant ($\alpha = 0.05$, $p < 0.01$).

Regression analysis of the difference in tendering price (DP), did not return an accurate model, as the adjusted coefficient of determination was very low (adj. $R^2 = 0.03$). However, the model was significant and included the felling type, harvesting system, cut-block area and terrain slope as relevant predictors.

$$\begin{aligned} \text{FTP} = 54.051 + 16.773 \times \text{FT} + 21.148 \times \text{HS} + \\ 0.213 \times \text{TA} + 7.216 \times \text{TS} + 42.712 \times \text{PC} - 0.872 \times \text{S} - \\ 0.003 \times \text{ED} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 2})$$

3.3. Analysis of tendering prices – Analiza natječajnih cijena

We have made numerous attempts to describe the market and the factors influencing certain features of the supply and demand, but most of them have not succeeded. Still, some interesting results were found when analyzing the transactions. Due to the described system for standing wood selling, the volumes that are tendered can give an indication regarding the timber demand: the smaller the negotiated volume the bigger the demand. Fig. 3 is presenting the ratio between the tendered and the untendered standing wood volumes for conifers and beech. Just looking at the tendered volumes for the three years (Fig. 3 and 4) one can see that the prices for conifers (89%) were bigger when compared with beech (67%), this probably indicating a bigger market demand for conifers species.

For the analyzed set of transactions, the auction price increased every year especially for both conifers and beech. Also, for both species the biggest increase in auction price was between 2013 and 2014: 39% for beech and 46% for conifers. Despite the auction price increase, the average price difference (average difference between selling price and auc-

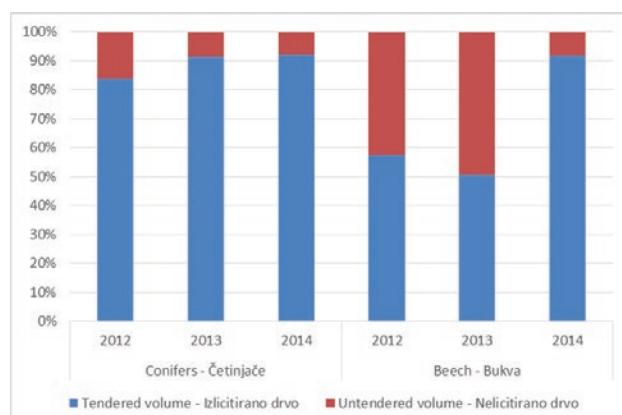


Figure 3. The ratio between tendered and untendered volume for conifers and beech

Slika 3. Udjeli izlicitiranog i nezlicitiranog drva za četinjače i za bukvu

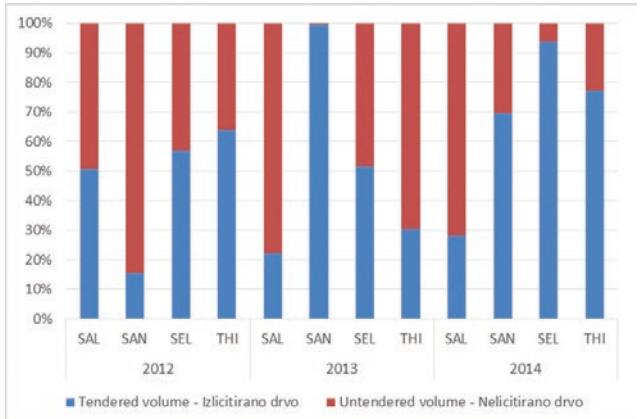
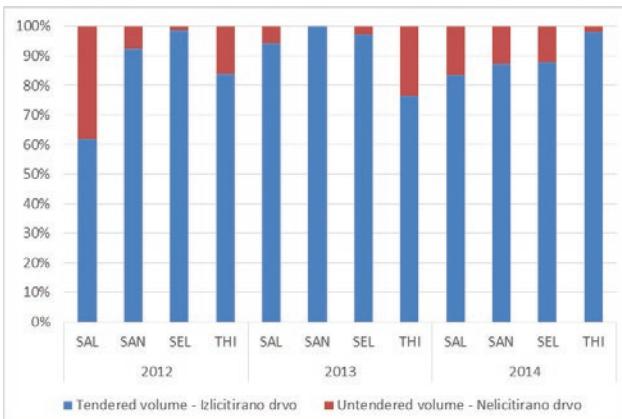


Figure 4. The ratio between tendered and untendered volume per species (conifers on left and beech on right) and felling types (SAL - salvage, SAN - sanitary, SEL - selective, THI - thinning)

Slika 4. Odnos izmedu izlicitiranog i nelicitiranog drva po vrstama drva (lijevi grafikon za četinjače, a desni za bukvu) i prema vrstama sjeća (SAL - izvanredna sjeća, SAN - sanitarna sjeća, SEL - redovna sjeća, THI - prorede) tion price) did not decrease: it remained rather constant for conifers and even increased for beech, e.g. trend lines in Fig. 5 would confirm this statement. These numbers also indicate that the stumpage market demand increased during the analyzed years.

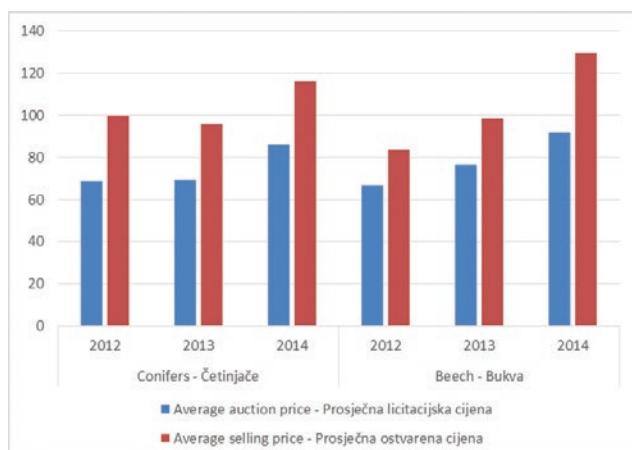
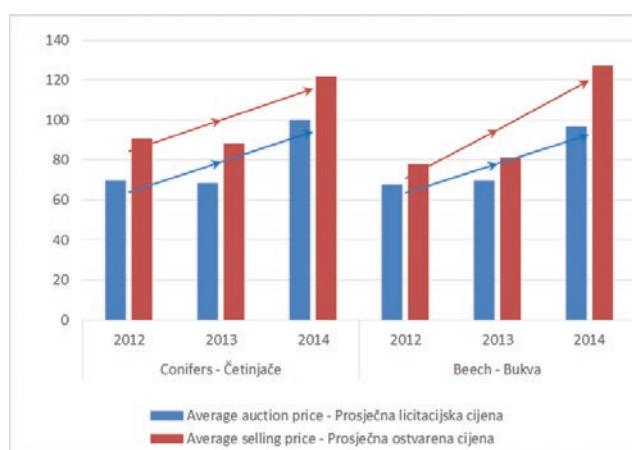


Figure 5. The price difference for beech and conifers (for all the recorded transactions on the left and only for the tendered stacks on right)

Slika 5. Razlika u licitacijskoj i ostvarenoj cijeni za četinjače i bukvu (utvrđena temeljem svih zabilježenih transakcija – lijevi grafikon, i samo za izlicitirane količine – desni grafikon)

Figure 5 is presenting the data of price differences for beech and conifers for all the recorded transactions (left graph) and those data by excluding the negotiated volume (right graph). Normally, the average price difference for this category of volume was bigger. It can be expected that harvesting companies tendered for volumes (cut-blocks) with lower prices. Despite this logical expectation, this is valid only for 2014, the year with the biggest auction prices.

Further analysis on the price difference focused on the type of silvicultural systems (Fig. 6). For the conifers dominated cut-blocks, we found out that in each of the analyzed years there were quite big differences in the average price difference between cut-blocks with different types of harvests, but no elements seem to be constant. Nevertheless, for beech dominated cut-blocks there are some features that were common in all three analyzed years: salvage volumes had the lowest price difference every year. Interestingly, in 2012, the highest price difference was recorded for the sanitary volumes.

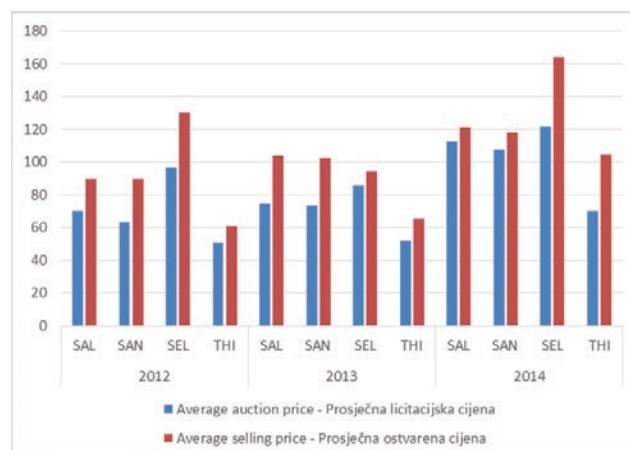
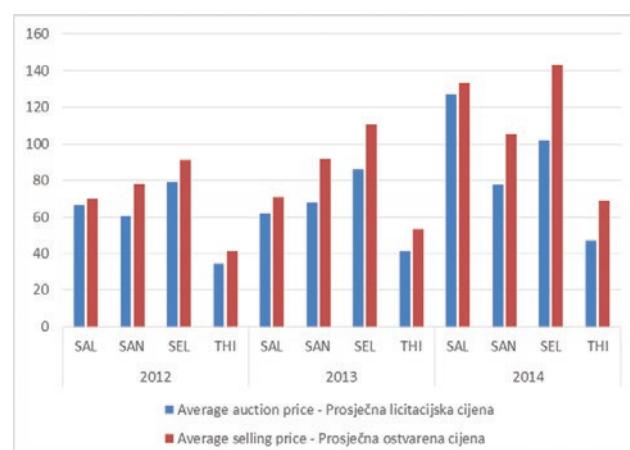


Figure 6. The price gain for conifers (left) and beech (right) per types of cuttings (SAL - salvage, SAN - sanitary, SEL - selective, THI - thinning) and years

Slika 6. Kretanje cijena na licitaciji za četinjače (lijevi grafikon) i za bukvu (desni grafikon) prema vrstama sječe (SAL - izvanredna sječa, SAN - sanitarna sječa, SEL - redovita sječa, THI - prorede) i navedenim godinama

4. Discussion and Conclusions – Rasprava i zaključci

The main goal of this study was to analyze the harvesting conditions and the wood selling prices in a forest area representative for the Romanian forestry and to produce reliable statistics on such conditions. Given the approach of this study, comparisons with internationally available results are rather difficult to make. However, some points may be raised and discussed. First of all, the harvesting systems used in the analyzed region are in line with the practices reported by Borz (2015) for Romanian operations. Such practices refer mostly to the excessive extraction distances as being specific to the hilly and alpine forests of Romania. As a fact, extraction distance exceeded in average 1 km, therefore, increased harvesting costs, even if not evaluated in this study, are to be expected as previous studies shown also a poor management of the operational time and low productivities in such conditions (Borz et al. 2013). Coupled with the high timber purchasing costs, they may contribute to the reduction of profit margin of small size harvesting

contractors, therefore, to even a greater reduction of their ability to access the wood. Then, the timber skidding predominates in such conditions as our results on the share of harvesting systems were similar to that reported by Sbera (2007), who indicated that, in Romania, more than 95% of the operational cases are handled using skidders and agricultural tractors fitted for forest operations. Cable yarding systems are less available, therefore used to a less extent in the region (less than 1% of the analyzed contracts in this study). To this end, improvement of operations should be undertaken by finding ways to switch the contractor's beliefs and technology to an environmentally-sound one. This would be in line with the very long extraction distances and with the slope within the area which reached, in average, 23.5° (43%). Nevertheless, technology switching to cable-yarding without any subsidies or incentives coming from the state is rather difficult to make by the contractors due to purchasing costs that are still too high for them while their investment capability is limited and further affected by the wood selling market and conditions in which they are required to operate.

Previous research has shown that the contract rates are only partially affected by the technical constraints in alpine harvesting operations (Spinelli et al. 2015). While this study did not include the harvesting costs for obvious reasons (e.g. most of the contractors are small companies that do not keep detailed records on their costs), it pointed out that most of the harvesting technical factors taken into study were significant in predicting the tendering prices, at least for the initial and final tendering price. However, the predictive capacity of the developed models was rather low (e.g. adj. $R^2 = 0.20$ for ITP and adj. $R^2 = 0.17$ for FTP), indicating that only a small part of the wood selling prices is explained by the technical factors characterizing harvesting operations. In addition, the price difference was difficult to accurately predict, probably due to other mechanisms underlying the contractors' willingness to pay more in the auction process. We acknowledge that such small determination coefficients as they were observed in this study, may result in a low predictive capacity of the models and therefore their reporting could be interpreted as inadequate. For instance, Lindroos and Cavalli (2016) pointed out that in time and motion studies such low predictive capacities should be treated carefully. However, the price-setting and wood selling mechanisms are more complex compared to the behavior of other harvesting systems, often including the effect of non-harvesting factors (Spinelli et al. 2015) and of the subjective perception of the contractors competing for resources. To this end, it is possible for contract negotiating approaches to increase the objectivism therefore to better relate the rates to harvesting conditions. But in order to do that a change in the wood selling process is required and this is rather difficult to achieve for the moment. Conversely,

the harvesting contractors should keep detailed records on their costs and the applied science should support them in their attempt to objectively evaluate their costs.

This is even more important as the highly non-homogeneous harvesting conditions make the description of the wood market extremely difficult. The normal demand and supply curves cannot be drawn and described, influencing factors being either not known or impossible to assess based on the available data. Therefore, the graphs shown in Figs. 3 and 5 should be assessed in conjunction. The fact that the negotiated volume did not decrease despite of the increased volume on the market and increased auction price is rather confusing. Previous studies pointed out that there may be some explanations for this: increased demand for timber for both species, increased harvesting capacity in an unsatisfied market, increased accessed processing capacity, etc. (Nichiforel & Turcu 2015). Further studies are to clarify this aspect under specific conditions in Romania.

Of course, the demand is highly influenced by the auction price and we could not assess that influence in the absence of data regarding quantities of wood that were offered and not sold. The fact that there are prices that nobody can negotiate under is also an important distortion factor which makes stumpage market prices assessment based on transactions analysis almost impossible. The fact that the auction prices are rising constantly can be seen as a consequence of the stumpage market evolution in limited resources conditions but, under Romanian conditions, there is a hidden danger to have an incomplete market evolution image when the prices, based on the specific regulation, can only go up. This may have been the cause of important stumpage market boycott in winter 2016 when almost all the conifer quantities on the market were refused by allied harvesting companies in the most important region for these species. Therefore, the NFA auction prices calculation process should be more market based and less costs based, this facilitating the real and transparent competition in the stumpage market. For obvious reasons, one of the options for having proper stumpage market price estimation would be to allow the negotiation process to end also with lower prices than the auction prices.

ACKNOWLEDGEMENTS ZAHVALA

The authors would like to thank the National Forest Administration - RNP Romsilva, Baia Mare Branch for their support in data collection. This study was supported by the Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements of the Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brașov and by the PhD School of the Transilvania University of Brașov.

REFERENCES

LITERATURA

- Abrudan I.V. (2012) A decade of non-state administration of forests in Romania: achievements and challenges. International Forestry Review 14(3): 275–284.
- Abrudan, I.V., Popa, B., Văcălie, C., Hălălișan, F. 2015. Forestland restitution laws in post-communist Romania. Proceedings of the 16th International IUFRO Symposium – Legal aspects of European forest sustainable development, Brașov.
- Borz, S.A., Ignea, G., Popa, B., Iordache, E., Spârchez, G. (2015) Estimating time consumption and productivity of roundwood skidding in group shelterwood system – a case study in a broad-leaved mixed stand located in reduced accessibility conditions. Croatian Journal of Forest Engineering 36(1): 137–146.
- Borz, S.A. 2015. A review of the Romanian and international practices in skidding operations. XIV World Forestry Congress, 7–11 September 2015, Durban, South Africa.
- Borz, S.A., Bîrda, M., Ignea, G., Popa, B., Câmpu, V.R., Iordache, E., Derczeni, R.A. (2014a). Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Mounty tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations. Annals of Forest Research 57(2): 333–345.
- Borz, S.A., Ignea, G., Vasilescu, M.M. (2014b). Small gains in wood recovery rate when disobeying the recommended motor-manual tree felling procedures: another reason to use the proper technical prescriptions. Bioresources 9(4): 6938–6949.
- Borz, S.A., Ignea, G., Popa, B. (2014c). Modelling and comparing timber winching performance in windthrown and uniform selective cuttings for two Romanian skidders. Journal of Forest Research 19(6): 473–482.
- Borz, S.A., Dinulic , F., Bîrda, M., Ignea, G., Ciobanu, V.D., Popa, B. (2013) Time consumption and productivity of skidding Silver fir (*Abies alba* Mill.) round wood in reduced accessibility conditions: a case study in windthrow salvage logging form Romanian Carpathians. Annals of Forest Research 56(2): 363–375.
- Brown, M., Strandgard, M., Acuna, M., Walsh, D., Mitchell, R. 2011. Improving forest operations management through applied research. Croatian Journal of Forest Engineering 32(2): 471–480.
- Cosola, G., Grigolato, S., Ackerman, P., Monterotti, S. and Cavalli, R., 2016. Carbon footprint of forest operations under different management regimes. Croatian Journal of Forest Engineering 37(1): 201–217.
- Đuka, A., Pentek, T., Horvat, D. and Poršinsky, T., 2016. Modeling of Downhill Timber Skidding: Bigger Load-Bigger Slope. Croatian Journal of Forest Engineering 37(1): 139–150.
- Florescu, I., Nicolescu N.V. 1996. Silviculture. Lux Libris Publishing House, Brașov.
- Heinimann, H.R. 1998. A computer model to differentiate skidder and cable-yarder based road network concepts on steep slopes. Journal of Forest Research 3: 1–9.
- Iordache, E., Niță, M.D., Clinciu, I. 2012. Planning forest accessibility with a low ecological impact. Croatian Journal of Forest Engineering 33(1): 143–148.
- Leshchinsky, B., Sessions, J., Wimer, J. and Clauson, M., 2016. Designing Mobile Anchors to Yield: A Tension Relief System for Tail Anchoring. Croatian Journal of Forest Engineering 37(2): 269–278.
- Lindroos, O., Cavalli R. 2016. Cable yarding productivity models: a systematic review over the period 2000–2011. International Journal of Forest Engineering 27(2): 79–94.
- Mathews, D.M. 1942. Cost control in the logging industry. McGraw-Hill Book Company. New York (USA), 374 p.
- Moskalik, T., Borz, S.A., Dvorak, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., Lazdins, A., Styranivsky, O. 2017. Timber harvesting methods in Eastern European countries: a review. Croatian Journal of Forest Engineering 38(2): 231–241
- Nichiforel, L., Turcu, A. 2015. Evaluation of economic efficiency of marketing timber by long-term contracts, with an application to beech. Bucovina Forestieră 15(1):7–18.
- Niiquidet, K., Kooten, C.V. 2006. Transactions evidence appraisal: competition in British Columbia's stumpage markets. Forest Science, 52(4):451–459.
- OM, 2016. Governmental Decision no. 617/2016 for approving the Regulation for selling the wood from publicly owned forests. Official Monitor of Romania 648/2016.
- Oprea, I., Borz S.A. 2007. Organization of timber harvesting sites. Transilvania University Press, Brașov.
- Potočnik, I., Poje, A., 2017. Forestry Ergonomics and Occupational Safety in High Ranking Scientific Journals from 2005–2016. Croatian Journal of Forest Engineering 38(2): 291–310.
- Parliament of Romania, 2015. Law on forests (Codul silvic).
- Rauch, P., Wolfsmayr, U.J., Borz, S.A., Triplat, M., Krajnc, N., Klock, M., Oberwimmer, R., Ketikidis, C., Vasiljevic, A., Stauder, M., Mühlberg, C., Derczeni, R., Oravec, M., Krissakova, I., Handlos, M. 2015. SWOT analysis and strategy development of forest fuel supply chains in South East Europe. Forest Policy and Economics 61: 87–94.
- Rauch, P. 2013. Improving the primary forest fuel supply chain. Bulletin of the Transilvania University of Brașov – Series II 6(55): 1–8.
- Sabo, A., Poršinsky, T. 2005. Skidding of fir roundwood by Timberjack 240C from selective forests of Gorski kotar. Croatian Journal of Forest Engineering 26:13–27.
- Sbera, I. 2007. Wood resources and the market potential in Romania. Meridiane Forestiere 2: 3–7.
- Sohngen, B., Sedjo, R. 1998. A Comparison of timber market models: static simulation and optimal control approaches. Forest Science, 44(1): 24–36.
- Spinelli, R., Visser, R., Thees, O., Sauter, U.H., Krajnc, N., Riond, C., Magagnotti, N. 2015. Cable logging contract rates in the Alps: the effect of regional variability and technical constraints. Croatian Journal of Forest Engineering 36(2): 195–203.
- Spinelli, R., Schweier, J., de Francesco, F. 2012. Harvesting techniques for non-industrial biomass-plantations. Biosystems Engineering 113(4): 319–324.
- Visser, R., Harrill, H., 2017. Cable Yarding in North America and New Zealand: A Review of Developments and Practices. Croatian Journal of Forest Engineering 38(2): 209–217.
- Vusić, D., Šušnjar, M., Marchi, E., Spina, R., Zečić, Ž., Picchio, R. 2013. Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands – Work productivity, energy inputs and emissions. Ecological Engineering 61: 216–223.
- WB 2014. Romania – Forest Sector Rapid Assessment, The World Bank, Washington DC, 59p.
- Wear, D.N., Parks, P.J. 1994. The economics of timber supply: an analytical synthesis of modelling approaches. Natural Resources Modeling, 8(3): 199–223.
- Zar J.H., 2010. Biostatistical analysis. 5th Edition, Prentice Hall Inc.

SAŽETAK

U radu se istražuje povezanost postupaka pridobivanja drva i kretanja natječajnih cijena drva na panju. Istraživanje je provedeno na uzorku koji obuhvaća jednu šumsku regiju u Rumunjskoj, a cilj je bio utvrditi u kojoj mjeri pokazatelji pridobivanja prodanog drva utječu na natječajne cijene. Korišteni podaci Regionalne uprave šuma Baia Mare (RFA Baia Mare), Maramureş (slika 1), koja se sastoji od 13 šumarija, čine ugovore o sjeći kroz tri godine gospodarenja (2012–2014). Autori smatraju da se navedeni podaci mogu smatrati reprezentativnim za rumunske uvjete te mogu poslužiti kao ogledni primjer za svrhu istraživanja u ovoj studiji. Na temelju uzorka od 1192 potpisana ugovora, koji su obuhvaćali više od 20.000 ha sječne površine i više od 600.000 m³ užitedrvne zalihe, na temelju deskriptivne statistike, dobiveni su modeli predviđanja budućih natječajnih cijena, ovisno o raznovrsnosti uvjeta pri pridobivanju drva. Značajke sustava pridobivanja drva kao što su: 1. vrsta sječe, 2. veličina sječine, 3. sječna gustoća, 4. dimenzije stabla, 5. nagib terena i 6. srednja udaljenost privlačenja drva, imali su prilično slab učinak na iznose natječajnih (početnih) ($R^2 = 0,20$) i prodajnih (ostvarenih) cijena ($R^2 = 0,17$), što pokazuje da se preostala varijabilnost cijena može odnositi i na druge čimbenike. Nije bilo jasno izraženih odnosa između odstupanja pokazatelja u sustavu pridobivanja drva i razlika u cjeni koju su ponuđači plaćali za kupnju drva na panju. Stoga je provedena detaljnija analiza cijena kako bi se vidjelo do koje se mjere cijene mogu objasniti promjenama u odnosu na ponudu i potražnju. Analiza je pokazala da je u razdoblju istraživanja došlo do povećanja potražnje drva na panju, istodobno i uz veću potražnju za vrstama četinjača. Rezultati ove studije mogli bi pomoći šumovlasnicima/šumoposjednicima pri gospodarenju šumama, ali i privatnim poduzetnicima u šumarstvu prilikom planiranja i vođenja njihovog poslovanja.

KLJUČNE RIJEČI: uvjeti pridobivanja drva, model predviđanja cijena, natječajna (početna) cijena, prodajna (ostvarena) cijena, ponuda, potražnja, četinjače, bukva.

EFFECTS OF DIFFERENT MEDIA AND HORMONES ON PROPAGATION BY CUTTINGS OF EUROPEAN YEW (*Taxus baccata* L.)

Utjecaj različitih supstrata i hormona na zakorjenjivanje reznica obične tise (*Taxus baccata* L.)

Ali BAYRAKTAR¹, Fahrettin ATAR^{1*}, Nebahat YILDIRIM¹, Ibrahim TURNA¹

ABSTRACT

European yew (*Taxus baccata* L.), native in North and Central Europe, Mediterranean countries, Azores, Turkey and Caucasus, has a wide range of uses as a non-wood forest product. Because the species is reduced in nature as a result of widespread utilization, it is necessary to protect and reproduce yew. The effects of different greenhouse media, rooting media and hormones were investigated on propagation by cutting of European yew. For the experiment, three greenhouse media (Greenhouse-1 media with air temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$, rooting table temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$, Greenhouse-2 media with air temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$, rooting table temperature at $25\pm2^{\circ}\text{C}$ and Greenhouse-3 media without temperature adjustment), two rooting media (perlite and peat) and four hormones (IBA 1000 ppm, IBA 5000 ppm, NAA 1000 ppm and NAA 5000 ppm) were determined in the present study. The rooting percentage, callus percentage, root length and the number of roots were determined. The results showed that the highest rooting percentage was 80% in IBA 5000 ppm treatment in perlite rooting media of Greenhouse-2 media. It can be suggested that the rooting table temperature should be 5°C higher than the air temperature, perlite rooting media and 5000 ppm dosage of IBA hormone should be used for high rooting success.

KEY WORDS: *Taxus baccata*, Cutting propagation, Greenhouse media, Rooting media, Auxin

1. INTRODUCTION

1. UVOD

European yew (*Taxus baccata* L.), belonging to *Taxaceae* family, spreads over North and Central Europe, Mediterranean countries, Azores, Turkey and Caucasus. It is often multi-stemmed and its height is generally 15–25 m, but its trunks can be very large: up to 4 m in diameter. Mature fruits are red fleshy succulents looking. Propagation of the species can be made with seed, cutting or grafting. It is a preferred species in parks and gardens suitable for pruning. But shoots, leaves and seeds are extremely poisonous

(Thomas and Polwart, 2003; Anşin and Özkan, 2006; Mamikoğlu, 2015; Benham et al. 2016). There has been a decrease in many places because it is extremely toxic. At the present time, it is not considered to be a commercial crop because of its extremely slow growth rate. However, it is valued as an amenity tree for hedging. In recent years, the species has become important due to the taxane alkaloids found in its foliage, and also in its bark in minute amounts, that have been developed as an anticancer drug. Today, forests harbouring yew have been designated as special protection areas (Shemluck, 2003; Benham et al. 2016). The

genus *Taxus* has created a great interest due to its content of diterpene alkaloids, especially taxol (Malik et al. 2011). The production of taxol and baccatin III by callus and cell suspension cultures of different *Taxus* species has been expressed (Cusidó et al. 1999). The species must be reproduced for reasons such as the existence of wide usage areas and need to be protected.

The effectiveness of nursery management is seriously affected by delay in germination. Thus, alternative planting materials are required (Akinyele, 2010). One of the plant propagation techniques is the vegetative propagation by cuttings. Cuttings are prepared by the vegetative portions of the plant including stems, modified stems (rhizomes, tubers, corms and bulbs), leaves or roots. Stem cuttings can be divided into four groups to be hardwood, semi-hardwood, softwood and herbaceous (Hartmann et al. 2002). After leaves abscise, hardwood cuttings are made of matured, dormant firm wood. The hardwood cutting is one of the cheapest and easiest methods of vegetative propagation. Hardwood cuttings, prepared during the dormant season (Hambrick et al. 1991), are easy to prepare and require little or no special equipment during rooting (Fourrier, 1984).

Perlite is widely used in rooting of plants for moisture retention and good aeration characteristics, sterility and light weight (Şimşek, 1993; Hartmann et al. 2002). Peat is an organic material commonly used in greenhouse cultivation, floriculture, seedling production and similar horticultural works in many countries of the world (Çolak and Günay, 2011).

In plant propagation, the induction of roots is a process regulated by environmental and endogenous factors such as temperature, light, plant growth regulators (especially auxin), carbohydrates, mineral salts and other molecules

(Gehlot et al. 2014). Auxins involved in most aspects of plant development are a group of tryptophan-derived signals (Woodward and Bartel, 2005). These control growth and development, early stages of embryogenesis, organization of apical meristem (phyllotaxy) and branching of the plant aerial parts (apical dominance), formation of main root, lateral and adventitious root initiation (Went and Thimann, 1937). Auxins have been shown to be efficient inducers of adventitious roots in many woody species (De Clerk et al. 1999). The widely used sources of plant growth regulators for rooting of cuttings are the IBA (indole-3-butryic acid), IAA (indole-3-acetic acid) and NAA (α -naphthalene acetic acid) (Cooper, 1935; Fogaça and Fett-Neto 2005).

The objective of this study is to determine the effects of different greenhouse media (GM), rooting media (RM) and hormones (H) on propagation by cutting of European yew (*Taxus baccata* L.).

2. MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJALI I METODE

The study was conducted in The Research and Application Greenhouse at Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University (KTU) in 2016. Hardwood cuttings taken in March from the last annual shoots of a 28-year-old male individual located in KTU Kanuni Campus were used as study material. This study was carried out in Greenhouse-1 media (air temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$, rooting table temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$), Greenhouse-2 media (air temperature at $20\pm2^{\circ}\text{C}$, rooting table temperature at $25\pm2^{\circ}\text{C}$) with technological systems and Greenhouse-3 media (nylon tunnel greenhouse media without temperature adjustment). Temperatures in the greenhouse media were adjusted with the automation system in technological greenhouse. Perlite

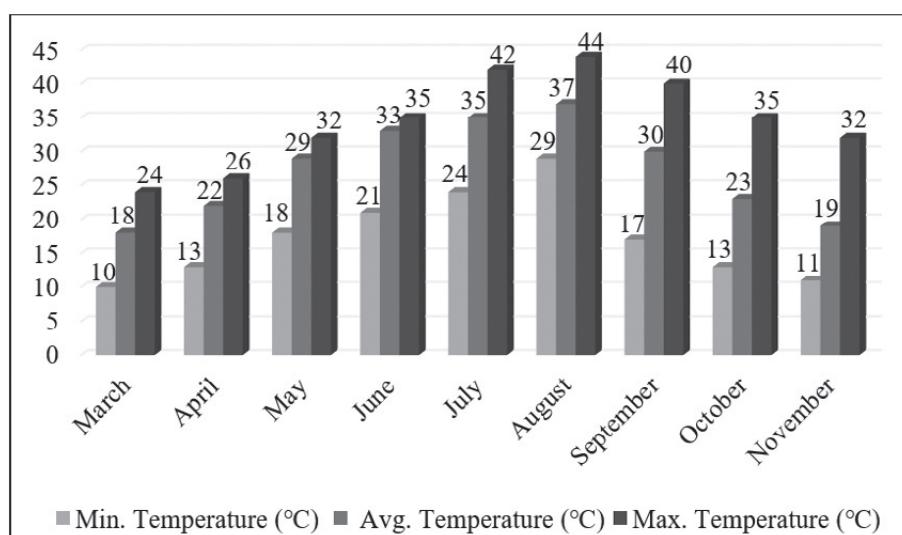


Figure 1. Greenhouse-3 media monthly temperature values

Slika 1. Mjesečne temperaturne vrijednosti supstrata u Stakleniku-3



Figure 2. Planted cuttings in perlite and peat rooting media, rooting status on some cuttings

Slika 2. Plikirane reznice u perlitu i tresetu kao supstratu za ukorjenjivanje, faze rizogeneze na pojedinim reznicama

and peat were used as rooting media in all greenhouse media. IBA (Indole-3-Butyric Acid) and NAA (α -Naphthalene Acetic Acid) of 1000 and 5000 ppm dosages were selected from among the auxin group hormones to induce rooting from plant growth regulators for rooting. All hormone implementations were made in each greenhouse and rooting media.

Since no temperature regulation was made in Greenhouse-3 media, the temperature measurements were taken three times a day (morning, noon and evening) with a thermom-

eter until completion of the study. Monthly temperature values in Greenhouse-3 media are given in Figure 1.

The study was set up to be three replications, according to the "randomised complete block design". A total of 900 cuttings were planted to rooting including 1 species x 2 hormones x 2 doses x 3 greenhouse media x 2 rooting media x 10 cuttings x 3 replications (720 cuttings) and control cuttings in each media (180 cuttings). Cuttings were taken from determined stock plant early in the morning. The cuttings were generally prepared to be 10-12 cm long. The bottoms of the prepared cuttings were immersed in powdered hormone and transferred to the rooting media. The irrigation was made after the cuttings were transferred to rooting media. Thus, it was ensured that the cuttings were fully seated in the rooting media. In the measurements made in the cuttings, the first callus and first root formation dates, rooting percentage (RP), callus percentage (CP), root length (RL) and the number of root (RN) values were determined (Figure 2). Rooting percentage was expressed as a percentage of the total cutting by determining the number of cuttings forming root. Callus percentage was determined to be the percentage of total cutting by determining the number of non-rooted cuttings with callus formation. Root length was to the length of roots formed in cuttings. And root number was the number of roots occurred in cuttings.

Statistical analysis: The data were analyzed using SPSS 23 statistical program. Analysis of variance (univariate) was conducted to determine the effects of different greenhouse media, rooting media and hormones on rooting percentage, callus percentage, root length and the number of root. In addition, Duncan test was performed to determine the groups that were found in terms of hormones and greenhouse media for RP, CP, RL and RN.

3. RESULTS

3. REZULTATI

The values of RP, CP, RL and RN in terms of measured values of greenhouse media, rooting media and hormones used in the study are given in Table 1.

As a result of the study, it was determined that perlite rooting media was more effective in rooting compared to peat rooting media, and peat rooting media was more effective in callus formation by comparison with perlite rooting media in all greenhouse media. Compared to peat rooting media, of the average difference was 82.43% in terms of rooting success in perlite rooting media in Greenhouse-1 media. This difference was 94,12% in Greenhouse-2 media and 85,90% in Greenhouse-3 media. The highest rooting percentages occurred in all greenhouse media were in the perlite rooting media. Accordingly, the highest rooting percentages occurred in NAA 1000 ppm treatment with 76.67% in

Table 1. Results from measured values

Tabela 1. Rezultati izmjereneh vrijednosti

GM (SS)	RM (SU)	H (H)	RP (%) (PZ)	CP (%) (PK)	RL (cm) (DK)	RN (roots) (BK)
Greenhouse-1 Media Supstrat Staklenika-1	Perlite Perlit	Control / Kontrola	36.67	43.33	1.82±3.60	1.83±3.27
		IBA 1000	40.00	53.33	1.42±2.94	1.07±2.24
		IBA 5000	50.00	26.67	2.25±3.60	2.07±3.26
		NAA 1000	76.67	20.00	3.15±3.14	3.30±3.09
		NAA 5000	43.33	56.67	1.41±2.12	1.60±2.85
		Average / Prosjek	49.33	40.00	2.01±3.15	1.97±3.02
		Control / Kontrola	6.67	90.00	0.68±3.43	0.10±0.40
	Peat Treset	IBA 1000	6.67	86.67	0.49±2.35	0.10±0.40
		IBA 5000	6.67	93.33	0.38±1.76	0.10±0.40
		NAA 1000	16.67	83.33	1.64±5.47	0.47±1.53
		NAA 5000	6.67	86.67	0.37±1.64	0.10±0.40
		Average / Prosjek	8.67	88.00	0.71±3.25	0.17±0.78
		Control / Kontrola	63.33	10.00	2.77±3.08	3.40±3.28
		IBA 1000	60.00	20.00	3.15±3.85	3.77±4.70
Greenhouse-2 Media Supstrat Staklenika-2	Perlite Perlit	IBA 5000	80.00	13.33	3.26±2.97	3.80±3.20
		NAA 1000	76.67	6.67	4.51±3.25	4.00±3.52
		NAA 5000	60.00	16.67	3.44±3.69	2.70±2.81
		Average / Prosjek	68.00	13.33	3.43±3.39	3.53±3.54
		Control / Kontrola	6.67	83.33	0.62±2.94	0.23±0.90
		IBA 1000	6.67	90.00	1.16±4.48	0.10±0.40
		IBA 5000	0.00	93.33	0.00±0.00	0.00±0.00
	Peat Treset	NAA 1000	6.67	63.33	0.55±2.64	0.27±1.29
		NAA 5000	0.00	90.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		Average / Prosjek	4.00	84.00	0.47±2.67	0.12±0.72
		Control / Kontrola	23.33	73.33	0.36±0.77	0.40±0.77
		IBA 1000	70.00	26.67	4.60±4.42	2.20±2.25
		IBA 5000	66.67	30.00	2.85±3.71	1.43±1.38
		NAA 1000	56.67	43.33	2.96±4.13	1.63±1.97
Greenhouse-3 Media Supstrat Staklenika-3	Perlite Perlit	NAA 5000	43.33	53.33	2.40±4.37	1.27±2.30
		Average / Prosjek	52.00	45.33	2.64±3.94	1.39±1.90
		Control / Kontrola	13.33	76.67	0.97±3.41	0.30±0.99
		IBA 1000	10.00	90.00	0.16±0.58	0.27±0.98
		IBA 5000	6.67	90.00	0.55±2.66	0.07±0.25
		NAA 1000	6.67	93.33	0.83±3.17	0.07±0.25
		NAA 5000	0.00	96.67	0.00±0.00	0.00±0.00
	Peat Treset	Average / Prosjek	7.33	89.33	0.50±2.41	0.14±0.65

Table 2. Results of analysis of variance (univariate)

Tabela 2. Rezultati analize varijance (univarijatna)

	RP (PZ)		CP (PK)		RL (DK)		RN (BK)	
	F	P	F	P	F	P	F	P
GM (SS)	124,37	0,000*	743,37	0,000*	2,68	0,069	20,43	0,000*
RM (SU)	15485,31	0,000*	16537,64	0,000*	104,23	0,000*	237,52	0,000*
H (H)	203,34	0,000*	143,81	0,000*	3,56	0,007*	2,77	0,026*
GM x RM	324,38	0,000*	387,66	0,000*	5,30	0,005*	21,64	0,000*
GM x H	77,32	0,000*	77,69	0,000*	1,14	0,334	1,54	0,139
RM x H	172,40	0,000*	118,99	0,000*	2,22	0,065	1,82	0,124
GM x RM x H	56,64	0,000*	115,87	0,000*	2,03	0,040*	1,09	0,370

* P<0,05 (There is a statistically significant difference.)

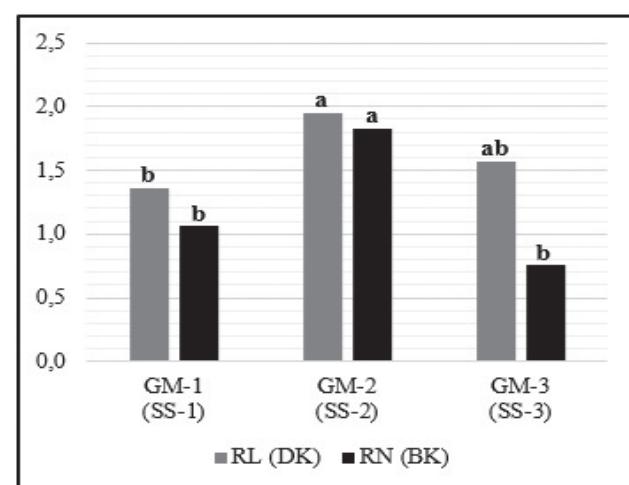
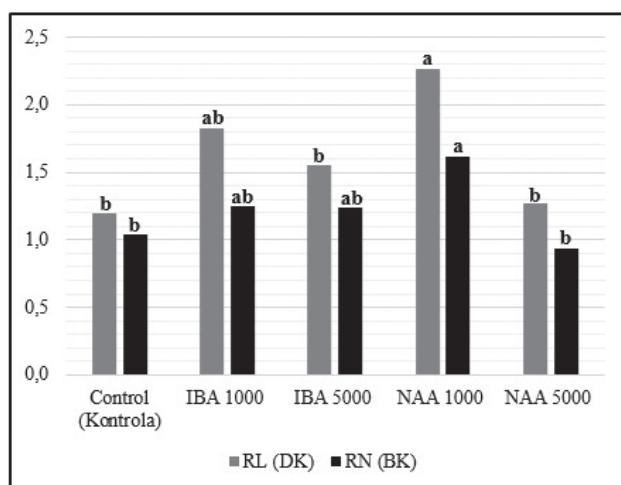
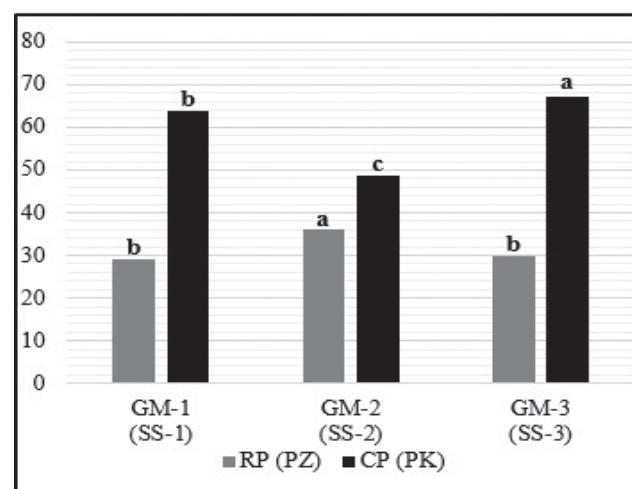
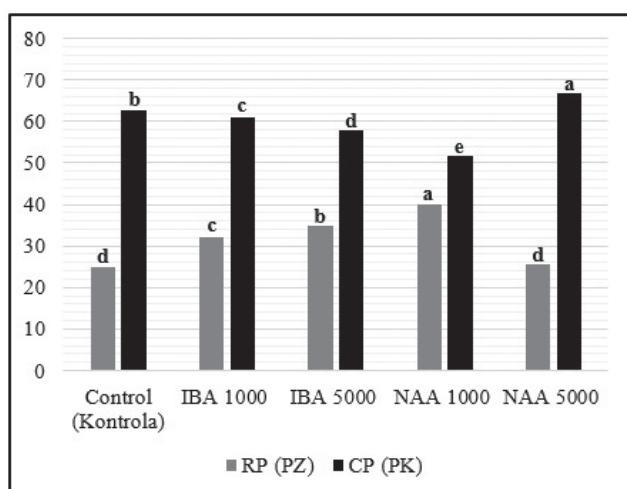


Figure 3. Duncan test results for hormones
Slika 3. Rezultati Duncanovog testa za hormone

Greenhouse-1 media, in IBA 5000 ppm treatment with 80% in Greenhouse-2 media and in IBA 1000 ppm treatment with 70% Greenhouse-3 media. In contrast to rooting percentage, callus percentage values were higher in peat rooting media. The best results in root length and the number of root values were found in the perlite rooting media. For root length and the number of roots values, NAA 1000 ppm treatment in Greenhouse-1 media revealed 3,15 cm and 3,30 roots, respectively. This values determined as 4,51 cm and 4,00 roots in NAA 1000 ppm treatment in Greenhouse-2 media. And finally, they were 4,60 cm and 2,20 roots in IBA 1000 ppm treatment in Greenhouse-3 media. The results of analysis of variance (univariate) are given in Table 2.

All the factors were statistically significant on the rooting and callus percentage. According to analysis of variance results related to root length, rooting media and hormone factors, greenhouse media x rooting media, greenhouse media x rooting media x hormone interactions produced a statistically significant difference ($P<0,05$). The greenhouse media, rooting media, hormone factors and greenhouse

Figure 4. Duncan test results for greenhouse media
Slika 4. Rezultati Duncanovog testa za stakleničke supstrate

media x rooting media interaction provided a statistically significant difference according to the results of the number of roots. The results of Duncan test were shown in Figure 3 (for hormones) and Figure 4 (for greenhouse media).

When Duncan test results for hormones were evaluated, 4 different groups in terms of RP appeared. While NAA 1000 ppm treatment with 40% formed the first group, Control with 25% created the last group. It was determined that there were 5 different groups in terms of CP. Accordingly, the highest result with 66.67% was revealed by NAA 5000 ppm treatment. Additionally, three different groups arose related to RL and RN. NAA 1000 ppm treatment produced the highest results for both root length (2.27 cm) and root number (1.62 roots). The most effective hormone implementation was NAA 1000 ppm treatment, which gave the highest results in terms of RP, RL and RN values. As expected, this hormone, which has the best rooting status, is the last place in terms of CP.

According to Duncan test results for greenhouse media, 2 different groups emerged in terms of RP and the first group

formed in Greenhouse-2 media with 36%. There were 3 different groups for CP. According to this, the highest callus percentage was found in Greenhouse-3 media with 67.33%. When RL values taken into consideration, 3 different groups were come to the fore. The longest root length values were determined in Greenhouse-2 media (1.95 cm). In terms of RN values, 2 different groups took place and Greenhouse-2 media (1.83 roots) was ranked first. In line with all this information, Greenhouse-2 media was identified as the most effective greenhouse media.

In the scope of the study, cuttings were traced from the time they were transferred in the rooting media. The cuttings prepared on 11 March 2016 were planted. The cuttings were inspected every three days. 245 days after the planting (10 November 2016), they were removed from rooting media. The first callus formation of the species occurred in Greenhouse-1 media (in NAA 1000 ppm and NAA 5000 ppm treatments in perlite and peat rooting media), and also in Greenhouse-2 media (in NAA 1000 ppm treatment in peat rooting media), after 33 days from planting. The first root formation took place in NAA 5000 ppm treatment in perlite rooting media of Greenhouse-2 media, 56 days later from planting.

4. DISCUSSION

4. RASPRAVA

The highest rooting percentage in the cuttings taken from European yew (*Taxus baccata* L.) was found as 80% in IBA 5000 ppm treatment in perlite rooting media of Greenhouse-2 media. The highest callus percentage was detected as 96.67% in NAA 5000 ppm treatment in peat rooting media of Greenhouse-3 media. When the root length values were examined, the longest root length occurred with 4,60 cm in IBA 1000 ppm treatment in perlite rooting media of Greenhouse-3 media. The highest number of roots was found in NAA 1000 ppm treatment (4,00 roots) in perlite rooting media of Greenhouse-2 media. In a study investigating the effects of chemicals on root formation for European yew, rooting success was obtained as 55% in cuttings from male trees in the combined treatment of IBA+NAA (0.25 mM each), compared to cuttings taken from female trees (15%). Additionally, Bavistin was highly effective both callus ($\geq 90\%$) and root formation (80%) (Nandi et al. 1996). In our study, IBA and NAA hormones were more effective when used alone. The important point here is to achieve higher success with lower cost and labor. It should also be noted that high rooting percentage was achieved even in Control treatment (63.33%) without any hormone use when the appropriate temperature (air temperature at $20 \pm 2^\circ\text{C}$, rooting table temperature at $25 \pm 2^\circ\text{C}$) and rooting media (perlite) conditions were set. Aslam et al. (2007) reported that IBA 500 ppm treatment showed the best results in

terms of root length, root number, rooting and callus percentage. In another study on the rooting of the cuttings of *Taxus baccata* L., the highest average rooting percentage and the longest root length in cuttings taken on February 5 was found to be 43.30% and cuttings treated with 0.8% IBA, respectively (Çetin, 1991). Anjum et al. (2011) pointed out that IBA treatment was the most appropriate hormone in terms of rooting and callus percentage, the number of roots and root length. This was followed by NAA and IAA treatment. As a result, it was found that the cuttings treated with IBA 500 ppm gave the best results on rooting. There are many more studies provided rooting success using IBA and NAA auxins on cutting propagation (Stumpf et al. 2001; Kalyoncu et al. 2008; Khoshnevis et al. 2008; Vakouftsis et al. 2009; Abu-Zahra et al. 2011; Kara et al. 2011). In one of these, the effects of IBA hormone and wound were investigated. At the end of the study, it was determined that the IBA treatment had a positive effect on rooting (Collado et al. 2010). Şeker et al. (2010) aimed to determine the effects on rooting of IBA, NAA and IBA+NAA hormones in softwood and semi-hardwood cuttings taken at different periods. The highest root number (3.1 roots), rooting (63.3%) and viability (68%) rates were obtained from IBA 6000 ppm treatment. In another study, the effects on rooting of time of taking cuttings, IBA and NAA hormones (0, 2000, 4000, 5000 and 8000 ppm) were researched. According to the results, while the highest rooting percentage (24.4%) was obtained at IBA 8000 ppm treatment, the longest root length and the highest number of adventitious roots was obtained at IBA 5000 ppm treatment (Rizi et al. 2006). New practices must be made by testing different methods in order to determine the most suitable propagation conditions in our country.

5. CONCLUSION

5. ZAKLJUČAK

Since the highest rooting percentage was found as 80% in IBA 5000 ppm treatment in perlite rooting media of Greenhouse-2 media, it can be suggested that the rooting table temperature should be 5° higher than the air temperature, perlite rooting media and 5000 ppm dosage of IBA hormones should be used for high rooting success in propagation by hardwood cuttings of European yew.

REFERENCES

LITERATURA

- Abu-Zahra, T. R., M. Hasan, A. N. Al-Shadaideh, S. Abubaker, 2011: Effect of different auxin concentrations on umbrella tree (*Schefflera arboricola*) rooting, Agricultural Science Digest, 31(4): 312-315

- Akinyele, A. O., 2010: Effects of growth hormones, rooting media and leaf size on juvenile stem cuttings of *Buchholzia coriacea* Engler., Annals of Forest Research, 53(2): 127-133
- Anjum, Q., L. K. Sharma, S. A. Ganie, M. M. Rather, H. A. Rather, 2011: Effect of auxins on macropropagation of *Taxus baccata* Linn. through stem cuttings, Indian Forester, 137(12): 1382-1385
- Anşin, R., Z. C. Özkan, 2006: Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 450 P, Trabzon
- Aslam, M., S. Arshad, M. S. Rather, H. S. Salathia, C. M. Seth, 2007: Auxin induced rooting in *Taxus baccata* Linn. stem cuttings, Indian Journal of Forestry, 30(2): 221-226
- Benham, S. E., T. Houston Durrant, G. Caudullo, D. de Rigo, 2016: *Taxus baccata* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In San-Miguel-Ayanz, J., D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species, Publication Office of the European Union, 183 P, Luxembourg
- Collado, L. M., M. M. Ribeiro, A. M. Antunes, 2010: Vegetative propagation of the hybrid ×Cupressocyparis leylandii by cuttings: effect of indole-3-butyric acid and wounding, Acta Horticulturae, 885: 91-98
- Cooper, W. C., 1935: Hormones in relation to root formation on stem cuttings, Plant Physiology, 10(4): 789-794
- Cusidó, R. M., J. Palazón, A. Navia-Osorio, A. Mallol, M. Bonfill, C. Morales, M. T. Piñol, 1999: Production of Taxol® and baccatin III by a selected *Taxus baccata* callus line and its derived cell suspension culture, Plant Science, 146(2): 101-107
- Çetin, A., 1991: Porsuk (*Taxus baccata* L.) çeliklerinin köklendirilmesi üzerinde bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 51
- Çolak, A. H., T. Günay, 2011: Turbalıklar, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi, 471 P, Bolu
- De Klerk, G. J., W. Van der Krieken, J. De Jong, 1999: Review the formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities, In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant, 35(3): 189-199
- Fogaça, C. M., A. G. Fett-Neto, 2005: Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of Eucalyptus species differing in recalcitrance, Plant Growth Regulation, 45(1): 1-10
- Fourrier, B., 1984: Hardwood cutting propagation at McKay nursery, Comb. Proc. Intl. Plant Propagators' Soc, 34: 540-543
- Gehlot, A., R. K. Gupta, A. Tripathi, I. D. Arya, S. Arya, 2014: Vegetative propagation of *Azadirachta indica*: effect of auxin and rooting media on adventitious root induction in mini-cuttings, Advances in Forestry Science, 1(1): 1-9
- Hambrick, C. E., F. T. Davies, H. B. Pemberton, 1991: Seasonal changes in carbohydrate/nitrogen levels during field rooting of *Rosa multiflora* 'Brooks 56' hardwood cuttings, Scientia Horticulturae, 46(1-2): 137-146
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, R. L. Geneve, 2002: Plant Propagation, Principles and Practises, 880 P, New Jersey
- Kalyoncu, İ. H., N. Ersoy, M. Yilmaz, 2008: Seleksiyon İslahıyla belirlenen bir içde (*Elaeagnus angustifolia* L.) tipinin yeşil uç çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı hormon ve nem seviyeleri etkisinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 9-18
- Kara, N., H. Baydar, S. Erbaş, 2011: Farklı çelik alma dönemleri ve IBA dozlarının bazı tıbbi bitkilerin köklenmesi üzerine etkileri, Derim, 28(2): 71-81
- Khoshnevis, M., S. A. A. Korori, M. Teimouri, M. Matinizadeh, A. Rahmani, A. Shirvany, 2008: The effect of different treatments on rooting of *Juniperus excelsa* cutting, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16: 158-167
- Malik, S., R. M., Cusidó, M. H. Mirjalili, E. Moyano, J. Palazón, M. Bonfill, 2011: Production of the anticancer drug taxol in *Taxus baccata* suspension cultures: a review, Process Biochemistry, 46(1): 23-34
- Mamikoğlu, N. G., 2015: Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıları, NTV Yayınları, 727 P, Ankara
- Nandi, S. K., L. M. S. Palni, H. C. Rikkari, 1996: Chemical induction of adventitious root formation in *Taxus baccata* cuttings, Plant Growth Regulation, 19(2): 117-122
- Rizi, S., R. Naderi, A. Khalighi, Z. Zamani, A. Saee, 2006: Effect of plant growth regulators and time of taking cuttings on rooting of three ornamental spruce species, Iranian Journal Of Agricultural Sciences (Journal Of Agriculture), 37(4): 719-725
- Shemluck, M. J., E. Estrada, R. Nicholson, S. W. Brobst, 2003: A preliminary study of the taxane chemistry and natural history of the Mexican yew, *Taxus globosa* Schleidl., Bol Soc Bot Mex, 72:119-127
- Stumpf, E. R. T., P. R. Grolli, P. H. G. Sczepanski, 2001: Effect of indolbutyric acid, substrates and cuttings on *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. rooting, Revista Brasileira de Agrociência, 7(2): 101-105
- Şeker, M., A. Akçal, M. Sakaldış, M. A. Gündoğdu, 2010: Farklı çelik alma dönemleri ile oksin dozlarının kocayemişin (*Arbutus unedo* L.) köklenme oranı üzerine etkilerinin belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1)
- Şimşek, Y., 1993: Orman Ağaçlarının İslahına Giriş, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 312 P, Ankara
- Thomas, P. A., A. Polwart, 2003: *Taxus baccata* L., Journal of Ecology, 91: 489-524
- Vakouftsis, G., T. Syros, S. Kostas, A. S. Economou, P. Tsoulphas, A. Scaltsouyannas, D. Metaxas, 2009: Effect of IBA, Time of cutting collection, type of cuttings and rooting substrate on vegetative propagation in *Cupressus macrocarpa* 'Goldcrest', Propagation of Ornamental Plants, 9(2): 65-70
- Went, F. W., K. V. Thimann, 1937: Phytohormones, The MacMillan Company, 294 P, New York
- Woodward, A. W., B. Bartel, 2005: The *Arabidopsis* peroxisomal targeting signal type 2 receptor PEX7 is necessary for peroxisome function and dependent on PEX5, Molecular Biology of the Cell, 16(2): 573-583

SAŽETAK

Obična tisa (*Taxus baccata* L.), prirodno rasprostranjena u sjevernoj i srednjoj Europi, mediteranskim zemljama, Azorima, Turskoj i Kavkazu, ima vrlo široku primjenu kao nedrvni šumski proizvod. S obzirom da je tisa u prirodi reducirana zbog učestalog korištenja, potrebno ju je zaštititi i razmnožati. Istraživali smo utjecaj različitih stakleničkih supstrata (SS), supstrata za ukorjenjivanje (SU) i hormona (H) na razmnožavanje obične tise reznicama. Za svrhu eksperimenta u ovoj su studiji odabrana tri staklenička supstrata (supstrati Staklenika-1 s temperaturom zraka od $20\pm2^{\circ}\text{C}$, temperaturom stola za ukorjenjivanje od $20\pm2^{\circ}\text{C}$, supstrati Staklenika-2 s temperaturom zraka od $20\pm2^{\circ}\text{C}$, temperaturom stola za ukorjenjivanje od $25\pm2^{\circ}\text{C}$ te supstrati Staklenika-3 bez temperaturnih prilagodbi). Dva supstrata za ukorjenjivanje (perlit i treset) i četiri hormona (IBA 1000 ppm, IBA 5000 ppm, NAA 1000 ppm and NAA 5000 ppm). Određeni su postotak zakorjenjivanja (PZ), postotak kalusa (PK), duljina korijena (DK) i broj korijena (BK). Rezultati pokazuju da je najviši postotak ukorjenjivanja bio 80% u tretmanu IBA 5000 ppm te perlitu kao supstratu za ukorjenjivanje u supstratu Staklenika-2. Poželjno je da temperatura stola za ukorjenjivanje bude 5°C viša od temperature zraka, a za visok uspjeh zakorjenjivanja treba koristiti perlit i primjenjivati doze IBA hormona od 5000 ppm.

KLJUČNE RIJEČI: *Taxus baccata*, razmnožavanje reznicama, supstrati za staklenike, supstrat za ukorjenjivanje, auksin

VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH SVOJSTAVA PLODA EUROPSKOG PITOMOG KESTENA (*Castanea sativa* Mill.) U PRIRODNIM POPULACIJAMA BOSNE I HERCEGOVINE

VARIABILITY IN FRUIT MORPHOLOGY OF EUROPEAN SWEET CHESTNUT (*Castanea sativa* Mill.) IN NATURAL POPULATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Vanja DANIČIĆ*, Branislav KOVAČEVIĆ², Dalibor BALLIAN^{3,4}

SAŽETAK

U radu je istraživana morfološka varijabilnost plodova šest prirodnih populacija pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području Bosne i Hercegovine (Bužim, Kostajnica, Prijedor, Banja Luka, Bratunac i Konjic). Na osnovi šest morfoloških svojstava ploda i šest izvedenih vrijednosti te boje ploda, ispitana je unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost. Utvrđeno je da su istraživana morfološka svojstva vrlo varijabilna i da se vrijednosti koeficijenta varijabilnosti, na razini svih populacija, kreću od 10,80% (kod širine ploda) do 34,54 % (kod mase ploda). Za izvedena svojstva koeficijent varijabilnosti kretao se od 9,62 % (za odnos visine ploda i širine ploda) do 20,46 % (kod odnosa širine i dužine ožiljka). U populacijama pitomog kestena Bosne i Hercegovine zastupljene su sve boje ploda (perikarpa), s time da preovladava tipična smeđa kestenjasta boja ploda. Rezultati istraživanja ukazuju na visoku varijabilnost istraživanih populacija, te se populacije međusobno statistički značajno razlikuju za sva istraživana svojstva. Prema klasterskoj analizi populacije su grupirane u tri klastera. Međutim, kanonička diskriminacijska analiza nije ukazala na jasno razdvajanje ispitivanih populacija u više grupe. Daljnja istraživanja trebala bi uključiti i druga svojstva, a posebno molekularne biljege.

KLJUČNE RIJEČI: Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), morfološke karakteristike, plod, multivarijacijska analiza, Bosna i Hercegovina

UVOD INTRODUCTION

Šume europskog pitomog kestena u Bosni i Hercegovini malo su zastupljene u ukupnom šumskom fondu i njihov

se areal danas smanjuje, a to je slučaj i u cijeloj Europi. Čimbenici koji su doveli do smanjenja areala pitomog kestena, kako kod nas, tako i u svijetu, višestruki su. Najznačajni od njih je uzročnik raka kore pitomog kestena *Cryphonectria*

¹ Mr. sc. Vanja Daničić, Šumarski fakultet Univerzitet u Banjoj Luci, Stepe Stepanovića 75a, 78000 Banjaluka, Bosna i Hercegovina, e-mail: vanja.danicic@sf.unibl.org

² Dr. sc. Branislav Kovačević, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija, e-mail: branek@uns.ac.rs

³ Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, e-mail: balliandalibor9@gmail.com

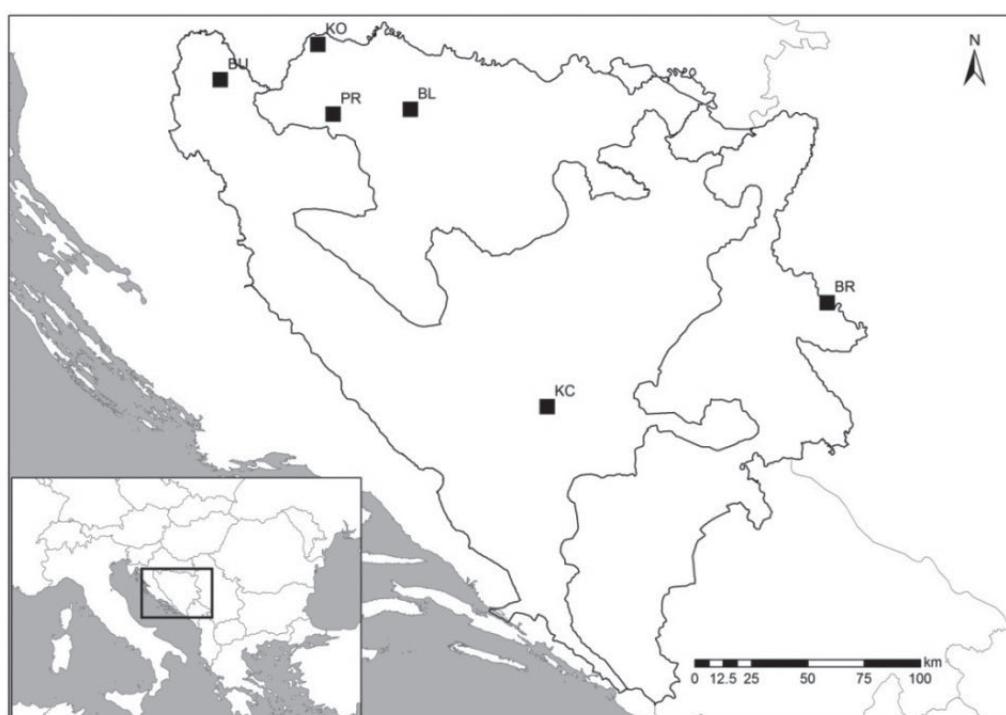
⁴ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

tria parasitica, gljiva koja je izazvala masovna sušenja stabala (Uščuplić 1996; Glavaš 1999). Drugi, ne manje značajan čimbenik je antropogeni (ljudski nemar-intezivne sječe, ispaša, devastacija pri korišćenju, neadekvatne mjere gospodarenja...). Ukoliko se kestenu u prirodnim sastojinama ne pomaže primjenom adekvatnih mjera uzgajanja, njegovo stanište polako osvaja bukva, a uslijed sporijeg visinskog rasta i zbog povremenog sušenja vršnih izbojaka, njegova staništa osvaja hrast, pa čak i grab. Pitomi kesten je tercijerni relikt i njegov areal je disjunktan. U Bosni i Hercegovini raste na tri različita područja: u sjeverozapadnom dijelu (oko Cazina, Kladuše, Novog Grada, Kostajnice), južnom dijelu (dolina Neretve i Rame, oko Jablanice, Konjica, Prozora, Mostara i Trebinja) i u sjeveroistočnom dijelu (u dolini Drine, oko Srebrenice i Bratunca). Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) je vrsta koja traži vlažnu klimu na umjereno toplijim područjima sa dužim vegetacijskim periodom (6 – 7 mjeseci). Izbjegava područja s ranim jesenjim i kasnim proljetnim mrazevima, iako tokom zime može izdržati i vrlo niske temperature, u našim krajevima i do -30 °C. Zbog kalcifobnosti i zahtjeva za dubokim tlom te povoljnog klimom izbjegava šire područje Dinarida. Pitomi kesten ima širok spektar uporabe (u građevinarstvu, kemijskoj, drvnoj i farmaceutskoj industriji i kao medonosna vrsta). Pripada porodici *Fagaceae*, i jedini je jestiv iz ove porodice, a sadrži visoke količine hraniva. Istraživanja o pitomom kestenu u Bosni i Hercegovini su oskudna. Pedenesetih i šezdesetih godina prošloga stoljeća Sučić (1953a) detaljno opisuje areal pitomog kestena u BiH i daje opis tadašnjeg stanja i površine sastojina pitomog kestena. U drugom svom radu Sučić (1953b) daje osrt na srebreničko područje s osrvtom na sjeverozapadni i hercegovački dio areala pitomog kestena. O porijeklu pitomog kestena, kao i fitocenozama i ekološko sintaksonomskom analizom šuma pitomog kestena na području BiH pisao je Wraber (1958), Glišić (1954), Macanović (2012) i Stupar et al. (2014). Posljednjih par desetljeća uglavnom su rađene analize kemijskog sastava ploda (Mujić et al. 2006a, 2006b; Daničić et al. 2008) kao i morfološke karakteristike, uglavnom istraživanja vezana za sjevero-zapadni dio BiH (Mujić et al. 2010; Mujagić-Pašić i Ballian 2012; 2013a; 2013b; Ballian et al. 2012-2013; Ballian i Mujagić-Pašić 2014) i okolinu Konjica (Mićić et al. 1987). Istraživanja su se bazirala na razini citogenetičkih aspekata mikrosporogeneze i mikrogametogeneze kestena u regiji Potkozarja, u svrhu izdvajanja visokorodnih stabala (Ćopić 2014). Utvrđivanje veličine taksičkih elemenata sastojina pitomog kestena u Cazinskoj Krajini bavio se Lojo (2000). Skender (2010) se bavila proučavanjem autohtonih genotipova tj. prirodnih populacija u BiH na tri lokaliteta: Pećigrad, Bratunac i Konjic, metodama morfološke i pomološke analize, kao i primjenom molekularnih metoda. U Bosni i Hercegovini do sada nije bilo aktivnosti na selekciji i oplemenjivanju pitomog kes-

tena, a također ne postoje ni intezivni nasadi. Međutim, većina zemalja u kojima raste europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill) ima svoje autohtone sorte, koje su dobijene selekcijom kroz desetljeća. U Italiji postoji više od 300 različitih sorti (Piccoli 1992, Bellini 2005), u Francuskoj preko 250 (Camus 1929), za južnu Švicarsku Conedera et al. (2004) navodi više od 120 kultivara, za Španjolsku Pereira-Lorenzo et al. (2001) navode više od 200 kultivara, dok Russel (2002) za Veliku Britaniju navodi oko 30 kultivara. Za velik broj kultivara rađena su istraživanja morfoloških i pomoloških karakteristika ploda pitomog kestena. U Turskoj su istraživanja proveli Ayufer and Soylu (1993), Özgan (2003), Ertan et al. (2007), Serdar et al. (2011), u Španjolskoj Pereira-Lorenzo et al. (1996), Ramos-Cabrera and Pereira Lorenzo (2005), u Portugalu Goulao et al. (2001), Costa et al. (2008), u Italiji Borghetti et al. (1986), Ponchia et al. (1993), a u Hrvatskoj Poljak et al. (2016). Istraživanja varijabilnosti u prirodnim populacijama primjenom morfometrijskih metoda za svojstva ploda u cilju utvrđivanja unutar- i međupopulacijske varijabilnosti bavili su se u Hrvatskoj Poljak et al. (2012), Idžočić et al. (2009), u Sloveniji Solar et al. (2005), u Bosni i Hercegovini Skender (2010). S ciljem očuvanja genetskih resursa pitomog kestena prilikom određivanja varijabilnosti u prirodnim populacijama i nasadima koristile su se i molekularnobiološke metode kao što su: primjena izoenzima (Sawano et al. 1984; Müller -Starck et al. 1994; Pereira-Lorenzo et al. 1996), RAPD markera (Fineschi et al. 1994; Casasoli et al. 2001), a u novije vrijeme intenzivnija je uporaba mikrosatelita (Botta et al. 1999, 2001; Buck et al. 2003; Marinoni et al. 2003; Martin et al. 2005; Gobbin et al. 2007; Hozova et al. 2009; Martín et al. 2012; Lusini et al. 2014; Poljak et al. 2017; Mattioni et al. 2017). Suvremena istraživanja varijabilnosti europskog pitomog kestena i odnosa među njegovim populacijama, na osnovi kvantitativnih obilježja, često uključuju i multivarijacijske metode. Uglavnom se radi o klaster analizi, ali se primjenjuje i analiza glavnih komponenata (Mujagić-Pašić i Ballian 2012; 2013a; 2013b) i kanonička diskriminacijska analiza (Idžočić et al. 2009). Varijabilnost postojećih prirodnih populacija pitomog kestena na području BiH u ovome radu ispitana je pomoću niza morfoloških svojstava ploda, kako bi se utvrdila da li postoji značajna unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost istraživanih svojstava. Rezultati ovoga rada mogu se koristiti za oplemenjivanje, kao i za očuvanje genofonda ove vrste.

MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Plodovi za morfometrijsku analizu sakupljeni su u listopadu 2012. godine iz dozrijevajućih i zrelih plodova u sastojinama pitomog kestena na području prirodnog raspros-



Slika 1. Zemljopisna rasprostranjenost istraživanih populacija

Figure 1. Geographical distribution of researched populations

tranjena u Bosni i Hercegovini. Uzorkom su obuhvaćene sastojine na šest lokaliteta sa različitim ekološko – vegetacijskim karakteristikama koje obuhvaćaju sjeverozapadno područje BiH; Bužim, Kostajnica, Prijedor, Banja Luka, istočni dio; Bratunac i područje sjeverne Hercegovine; Konjic (slika 1.).

U svakoj populaciji plodovi su sakupljeni sa 10 stabala, a sa svakog stabla skupljeno je po 20 zdravih plodova. Sakupljanje se vršilo trešenjem grana i sakupljanjem otpalih plodova. Odmah po sakupljanju plodova na terenu pristupilo se vaganju plodova radi utvrđivanja mase ploda u svježem stanju (m), te su zatim mjerena sljedeća morfološka svojstva: visina ploda (h), širina ploda (w), debljina ploda (t), dužina hiluma (sl) i širina hiluma (sw). Prema Furonez-Pérez and Fernández- López (2009), iz mjerениh svojstava izvedene su sljedeće veličine tj. odnosi: visina ploda/širina ploda (h/w), debljina ploda/visina ploda (t/h), dužina hiluma/širina ploda (sl/w), širina hiluma/debljina ploda (sw/t), širina hiluma/dužina hiluma (sw/sl). Uz morfometrijske analize ploda, na osnovi UPOV uputa utvrđivana je i boja ploda. Prema UPOV 1989, boja ploda (perikarpa) može biti: svijetlo smeđa, smeđa, tamno smeđa, crveno smeđa i crno smeđa. Ukupno je analizirano 1200 plodova.

Uzimanje uzoraka i obrada podataka dobijenih mjeranjima obavljeni su prema standardnim metodskim postupcima koji se primjenjuju pri istraživanju varijabiliteta kvantitativnih i kvalitativnih svojstava kod šumskih vrsta drveća. Kvantitativna svojstva ispitivanih morfometrijskih parametara obrađena su metodom deskriptivne statistike,

Legenda:

Legends:

- BU – Bužim
- KO – Kostajnica
- PR – Prijedor
- BL – Banjaluka
- BR – Bratunac
- KC – Konjic

odnosno srednje vrijednosti i mjere varijabiliteta (Hadživuković 1991; Koprivica 2015) radi jasnog i preciznog raščlanjivanja podataka o promatranoj pojavi, s ciljem isticanja sastava i strukture pojave. Parametri deskriptivne statistike korišteni u radu su: minimum (Min), maksimum (Max), srednja vrijednost (As), standardna devijacija (Sd), greška standardne devijacije (Sg) i koeficijent varijacije (Cv). Procjene statističke značajnosti različitih faktora fenotipskog variranja analiziranih karakteristika izvršeno je primjenom analize varijance s jednim faktorom (ANOVA). Za utvrđivanje sličnosti analiziranih populacija na osnovi mjerjenih morfoloških osobina korištena je i multivarijatna statistička metoda (klaster analiza). Za udruživanje klastera korišten je UPGMA metoda (grupiranje na osnovu prosječne udaljenosti grupa). Za definiranje udaljenosti između istraživanih populacija korištena je Euklidска udaljenost. Odnosi među značajkama i populacijama analizirani su i kanoničkom diskriminacijskom analizom. Svi dobiveni podaci obrađeni su korištenjem računarskih programa Microsoft Excel i Statistica 13 STAT-SOFT.

REZULTATI

RESULTS

U tablici 1. prikazani su rezultati deskriptivne statističke analize za mjerena svojstva šest populacija, gdje je broj uzorka po populaciji iznosio 200 plodova, dok je ukupno za sve istraživane populacije uključeno 1200 plodova. U tablici

Tablica 1. Deskriptivna statistika za mjerena morfometrijska svojstva ploda

Table 1. Descriptive statistics of the measured fruits characteristics

Svojstvo <i>Trait</i>	Parametar <i>Statistical parameter</i>	BL	KC	BU	KO	PR	BR	Ukupno <i>Total</i>
Masa ploda <i>Fruits mass</i>	\bar{x}	5,41	5,15	4,42	4,47	4,38	5,77	4,93
	SD	2,01	1,70	1,06	1,06	1,23	2,24	1,70
Masa ploda <i>Fruits mass</i>	Min	1,76	2,20	2,42	2,42	2,02	2,10	1,76
Masa ploda <i>Fruits mass</i>	Max	11,12	10,88	7,38	10,48	8,68	12,76	12,76
	CV	37,24	32,92	23,98	23,70	28,17	38,86	34,54
Širina ploda <i>Fruits width</i>	\bar{x}	26,17	24,56	23,32	24,53	25,07	26,16	24,97
Širina ploda <i>Fruits width</i>	SD	2,78	2,46	2,27	1,91	2,27	3,18	2,70
Širina ploda <i>Fruits width</i>	Min	19,10	19,06	14,59	20,09	20,00	17,32	14,59
Širina ploda <i>Fruits width</i>	Max	32,13	31,55	28,86	30,27	32,80	35,72	35,72
	Cv	10,64	10,01	9,75	7,78	9,06	12,15	10,80
Debljina ploda <i>Fruits thickness</i>	\bar{x}	15,33	16,99	15,06	14,94	15,15	16,50	15,66
Debljina ploda <i>Fruits thickness</i>	SD	2,75	2,35	2,20	1,73	1,89	3,03	2,49
Debljina ploda <i>Fruits thickness</i>	Min	9,41	10,87	10,32	8,23	10,99	10,34	8,23
Debljina ploda <i>Fruits thickness</i>	Max	22,94	22,66	21,56	21,24	21,69	28,00	28,00
	Cv	17,91	13,83	14,58	11,55	12,45	18,39	15,90
Visina ploda <i>Fruits length</i>	\bar{x}	23,93	23,12	21,24	20,83	21,12	23,66	22,32
Visina ploda <i>Fruits length</i>	SD	3,62	2,37	2,04	1,89	2,05	3,37	2,93
Visina ploda <i>Fruits length</i>	Min	15,57	16,39	16,32	17,26	16,26	16,35	15,57
Visina ploda <i>Fruits length</i>	Max	31,80	28,17	26,20	26,87	26,38	33,15	33,15
	Cv	15,12	10,26	9,58	9,05	9,71	14,24	13,15
Dužina ožiljka <i>Scar length</i>	\bar{x}	19,80	17,97	16,86	19,14	18,01	18,90	18,45
Dužina ožiljka <i>Scar length</i>	SD	3,24	3,08	2,23	2,17	2,86	3,13	2,97
Dužina ožiljka <i>Scar length</i>	sl Min	11,48	10,54	11,92	14,03	12,46	11,89	10,54
Dužina ožiljka <i>Scar length</i>	sl Max	25,82	25,11	21,63	28,57	28,00	26,66	28,57
	cv	16,35	17,11	13,24	11,33	15,87	16,58	16,09
Širina ožiljka <i>Scar width</i>	\bar{x}	9,59	10,04	8,70	9,55	9,07	10,06	9,50
Širina ožiljka <i>Scar width</i>	SD	1,71	1,57	1,49	1,65	1,53	1,81	1,70
Širina ožiljka <i>Scar width</i>	Min	5,57	5,75	5,33	6,10	5,75	6,64	5,33
Širina ožiljka <i>Scar width</i>	Max	14,49	14,72	12,99	16,90	15,66	15,24	16,90
	Cv	17,79	15,64	17,15	17,31	16,88	17,95	17,88

2. prikazani su rezultati deskriptivne statistike za izvedena svojstva ploda. Prosječna masa plodova u istraživanim populacijama se kretala od 4,42 (populacija Bužim) do 5,77 g (populacija Bratunac). Prosječna masa plodova za sve istraživane populacije je 4,93 g. Populacija Banja Luka izdvaja se s najvećim prosječnim vrijednostima za širinu ploda ($w = 26,17$ mm), visinu ploda ($h = 23,93$ mm) i dužinu hiluma ($sl = 19,80$ mm). Najviše prosječne vrijednosti za debljinu ploda ($t = 16,99$ mm) ima populacija Konjic, dok za varijablu širinu hiluma ($sw = 10,06$) ima populacija Bratunca. Najniže prosječne vrijednosti za širinu ploda ($w = 23,32$ mm), za dužinu hiluma ($sl = 16,89$ mm) i širinu hiluma ($sw = 8,70$) ima populacija Bužim, dok se populacija Kostajnica izdvaja s najnižim prosječnim vrijednostima za svojstva debljina ploda ($t = 14,94$) i visinu ploda ($h = 20,83$).

Analizom izvedenih varijabli mjerena svojstva stavljeni su u međusobni odnos, gdje na osnovi dobijenih indeksa možemo definirati oblik ploda. Sve istraživane populacije u

Bosni i Hercegovini imaju šire plodove nego što je njihova visina, pa se vrijednosti izvedenog odnosa kreću od 0,84 kod populacije Prijedor do 0,95 za populaciju Konjic, a prosječna vrijednost za sve populacije iznosi 0,90. Odnos debljine i visine ploda (t/h) kreće se od 0,64 (populacija Bana Luka) do 0,74 (populacija Konjic), dok prosječna vrijednost istraživanih populacija iznosi 0,71. Za odnos debljine i širine ploda (t/w) iznosi 0,63 za sve istraživane populacije. Svojstvo dužina hiluma upoređena je sa širinom ploda (sl/w) i vrijednost odnosa kretala se od 0,72 (kod populacije Prijedor i Bratunac) do 0,78 (populacija Kostajnica), a prosječna vrijednost ukupno za sve populacije iznosi 0,74. Svojstvo širina hiluma upoređivana je sa debljinom ploda tj. sw/t dobijene vrijednosti su se kretale od 0,58 (populacija Bužim) do 0,64 (populacija Kostajnica), a ukupna prosječna vrijednost je 0,61. Iz odnosa varijabli širine i dužine hiluma u prosjeku populacije imaju približno dvostruko

Tablica 2. Deskriptivna statistika za izvedena morfometrijska svojstva ploda

Table 2. Descriptive statistics of the derived studied fruits characteristics

Svojstvo Trait	Parametar Statistical parametar	BL	KC	BU	KO	PR	BR	Ukupno Total
h/w	\bar{x}	0,91	0,95	0,91	0,85	0,84	0,90	0,90
	SD	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07	0,09
	Min	0,54	0,77	0,67	0,66	0,68	0,69	0,54
	Max	1,15	1,29	1,38	1,15	1,10	1,12	1,38
	CV	9,77	9,05	9,33	8,63	8,11	7,21	9,62
t/h	\bar{x}	0,64	0,74	0,71	0,72	0,72	0,70	0,71
	SD	0,10	0,11	0,11	0,08	0,10	0,10	0,10
	Min	0,46	0,49	0,46	0,43	0,51	0,50	0,43
	Max	1,41	1,11	1,20	0,94	1,03	1,08	1,41
	CV	14,86	14,36	15,60	11,06	13,84	14,59	14,72
t/w	\bar{x}	0,58	0,69	0,65	0,61	0,61	0,63	0,63
	SD	0,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,09	0,09
	Min	0,42	0,53	0,45	0,34	0,42	0,43	0,34
	Max	0,85	0,92	1,13	0,84	0,82	0,87	1,13
	CV	13,13	11,81	14,41	10,52	11,79	13,69	13,81
sl/w	\bar{x}	0,75	0,73	0,73	0,78	0,72	0,72	0,74
	SD	0,08	0,10	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10
	Min	0,51	0,49	0,50	0,53	0,49	0,50	0,49
	Max	0,92	1,01	1,21	0,97	0,98	0,94	1,21
	CV	11,11	13,83	13,48	10,08	14,09	13,53	13,01
sw/t	\bar{x}	0,63	0,59	0,58	0,64	0,60	0,62	0,61
	SD	0,07	0,08	0,09	0,11	0,09	0,10	0,09
	Min	0,44	0,43	0,38	0,41	0,44	0,37	0,37
	Max	0,85	0,94	0,87	1,71	0,89	0,90	1,71
	CV	11,66	13,26	15,79	16,86	14,82	16,16	15,23
sw/sl	\bar{x}	0,49	0,58	0,52	0,50	0,51	0,54	0,52
	SD	0,09	0,14	0,10	0,07	0,11	0,10	0,11
	Min	0,35	0,36	0,34	0,36	0,32	0,37	0,32
	Max	0,85	0,94	0,87	0,81	0,84	0,94	0,94
	CV	18,19	23,98	20,01	14,44	20,62	18,59	20,46

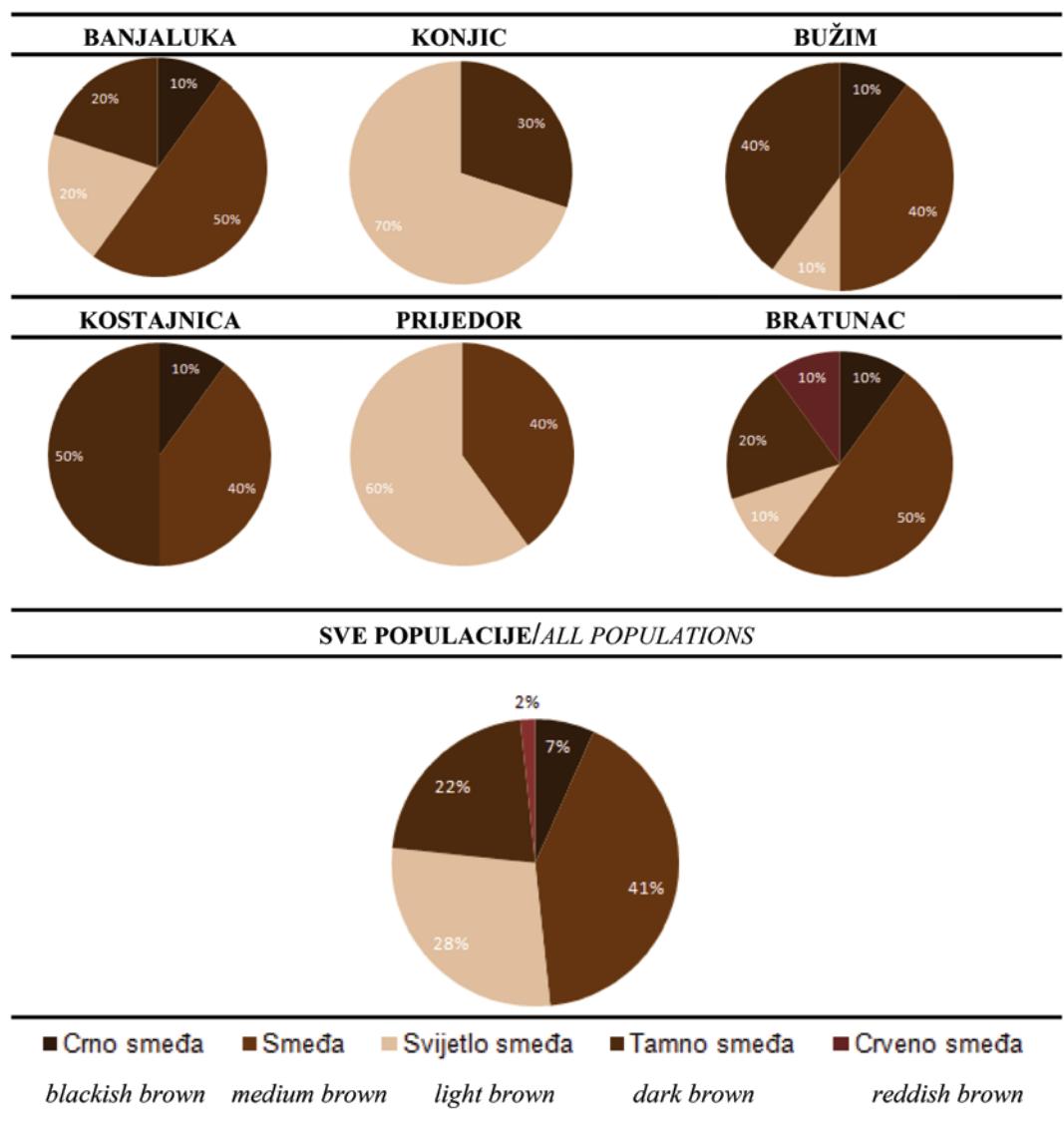
duže plodove od svoje širine i vrijednosti ($sl/sw = 0,52$) (tablica 2.).

Najvarijabilnije mjereno svojstvo bila je masa ploda, koju karakterizira visoka vrijednost koeficijenta varijabilnosti i prosječno je za sve populacije iznosila 34,54%. Po populacijama najveću vrijednost koeficijenta varijabilnosti imala je populacija Bratunac (38,86%), a najmanju populacija Kostajnice (23,70%). Najmanji koeficijent varijabilnosti mjerenih svojstava utvrđen je kod varijable širina ploda, s prosječnom vrijednošću za sve populacije 10,80 %. Za ostale mjerene varijable prosječne vrijednosti za sve populacije kretale su se od 13,15 % za varijablu dužina ploda, 15,90 % za debljinu ploda, za dužinu ožiljka (16,09 %) do 17,88 % za širinu ožiljka. Za izvedena morfometrijska svojstva ploda najmanji koeficijent varijabilnosti za sve populacije imao je odnos visine i širine ploda (h/w) i iznosi 9,62 %, dok najveću vrijednost ima odnos širine hiluma i dužina hiluma (sw/sl) sa vrijednošću 20,46 %. U populacijama pitomog kestena

Bosne i Hercegovine zastupljene su sve boje ploda (perikarpa), propisane prema UPOV (1989) kako je prikazano na slici 2). Smeđa boja ploda javlja se u svim istraživanim populacijama, dok prevladava u populacijama Banja Luka i Bratunac. Tamno smeđa boja, kao i crno smeđa boja ploda, javljaju se u populacijama Banja Luka, Bužim, Bratunac i Kostajnica, dok ne dolaze u populacijama Prijedor i Konjic, u kojima dominira svijetlo smeđa boja ploda. Crveno smeđa boja perikarpa javlja se samo u populaciji Bratunac i to sa učešćem od 10 %.

U bosansko hercegovačkim populacijama 41 % plodovi su smeđe boje, 22 % tamno smeđe boje, 28 % svjetlo smeđe boje, 7% crno smeđe i 2 % crvenkasto smeđe boje. Može se zaključiti da u populacijama BiH prevladava tipična smeđa kestenjasta boja ploda.

Rezultati analize varijanse prikazani su u tablici 3. Stabla unutar populacija značajno se razlikuju za sva mjerena svojstva, dok za izvedena svojstva nije utvrđena statistički



Slika 2. Boja plodova u ispitivanim populacijama pitomog kestena

Figure 2. Fruits colors of studied chestnut populations

Tablica 3. Rezultati analize varijanse s jednim faktorom (ANOVA)

Table 3. Results of univariate analysis of variances (ANOVA)

Svojstvo/ Trait	Unutar populacija/Within populations						Između populacija/ Between populations
	BL	KC	BU	KO	PR	BR	
m	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
w	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
t	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
h	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
sl	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
sw	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
h/w	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
t/h	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
t/w	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
sl/w	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
sw/t	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
sw/sl	p<0,01	0,06	p<0,01	p<0,01	0,89	0,16	p<0,01

Tablica 4. Prikaz usporedbe parova populacija za šest svojstava korištenjem Fišerovog LSD testa
Table 4. Results of populations pairwise comparisons for six traits by using Fisher LSD testing procedure

Usporedba populacija Comparation of populations	Značajnost/Significants					
	m	w	t	H	sl	sw
BL-KC	0,11	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
BL-BU	p<0,01	p<0,01	0,24	p<0,01	p<0,01	p<0,01
BL-KO	p<0,01	p<0,01	0,10	p<0,01	p<0,01	0,93
BL-PR	p<0,01	p<0,01	0,44	p<0,01	p<0,01	p<0,01
BL-BR	p<0,01	0,98	p<0,01	0,31	p<0,01	p<0,01
BU-KC	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
BU-KO	0,74	p<0,01	0,63	0,13	p<0,01	p<0,01
BU-PR	0,84	p<0,01	0,70	0,64	p<0,01	p<0,01
BU-BR	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
KO-KC	p<0,01	0,92	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
KO-PR	0,60	p<0,01	0,38	0,29	p<0,01	p<0,01
KO-BR	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	0,38	p<0,01
PR-BR	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
PR-KC	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	0,89	p<0,01
BR-KC	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	0,93

značajna razlika, osim za odnos sw/sl (širina hiluma/dužina hiluma) u populacijama Bratunac, Konjic i Prijedor. Za ostale izvedene varijable u svim istraživanim populacijama postoji statistički značajna razlika. Populacije pokazuju statistički značajne razlike, na razini značajnost 0,01 za sva mjerena i izvedena svojstva ploda. S obzirom na to da su rezultati provedene analize varijance pokazali da se populacije međusobno značajno razlikuju, za sva promatrana morfološka parametra ploda, provedeno je testiranje Fisherovim multiplim testovima (LSD) za sve parove populacija (tablica 4.). Na osnovi dobivenih rezultata LSD testa, za mjerena svojstva ploda, može se zaključiti da se međusobno najviše razlikuju populacije Bužim i Bratunac, zatim populacije Prijedor i Bratunac (značajne razlike za sva promatrana mjerena svojstava), Banja Luka i Prijedor (značajne razlike za sva promatrana mjerena svojstva osim za masu ploda), Banja Luka i Bužim, kao i Banja Luka i Prijedor (značajne razlike za sva promatrana mjerena svojstva osim za debeljinu ploda -t), zatim populacije Kostajnica i Konjic (značajne razlike za sva svojstva osim za širinu ploda-w),

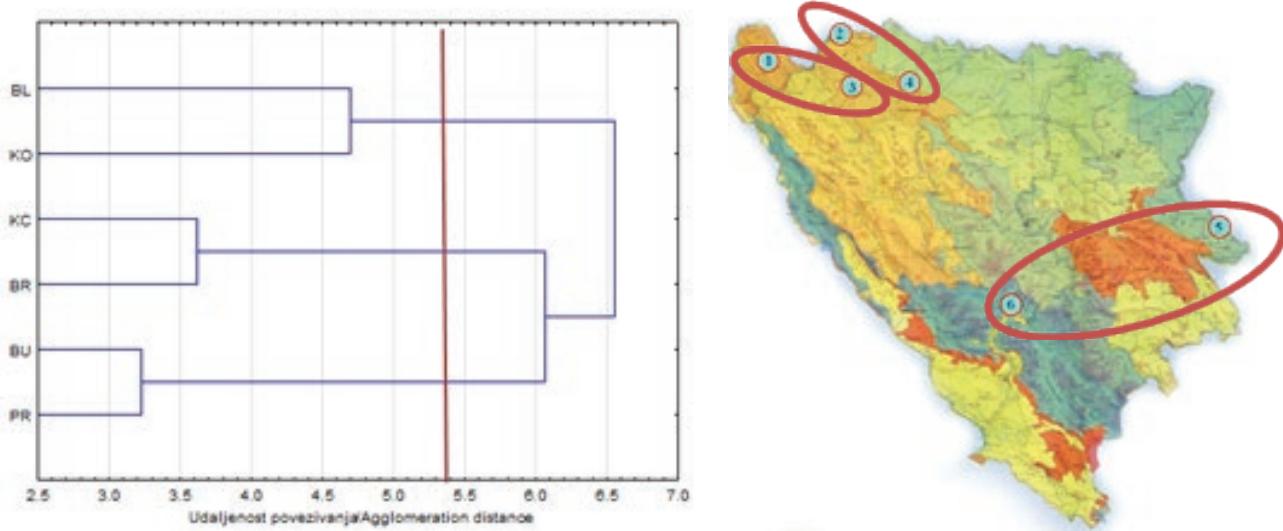
dok se populacije Kostajnica i Bratunac, kao i Prijedor i Konjic značajno razlikuju za sva svojstva osim za svojstvo dužinu hiluma (sl). Nešto sličnije su populacije Banja Luka i Konjic (nepostojanje značajne razlike za svojstvo t i sw, kao i Banja Luka i Bratunac (nepostojanje značajne razlike za svojstvo w i h). Međusobno najsličnije populacije su Bužim i Kostajnica, kao i Bužim i Bratunac, potom populacije Kostajnica i Prijedor, gdje nisu utvrđene značajne razlike za svojstva m, t i h.

Iz dendrograma klaster analize može se vidjeti da su kao najsličnije klasificirane populacije Bužim i Prijedor, na koje se nadovezuju populacije Konjic i Bratunac, te one čine klaster na koji se na najvećoj udaljenosti povezuju populacije Banja Luka i Kostajnica koje čine drugi klaster (slika 3.). U okviru kanoničke diskriminantne analize formirano je pet kanoničkih varijabli, gdje su, prema χ^2 -testu, prve četiri kanoničke varijable statistički značajne (tablica 5.). Oštar rast Wilks-ove lambde i oštar pad karakterističnih korijenova ukazuju na neujednačenost raspodjele ukupne

Tablica 5. Statistika za sukcesivne kanoničke varijable

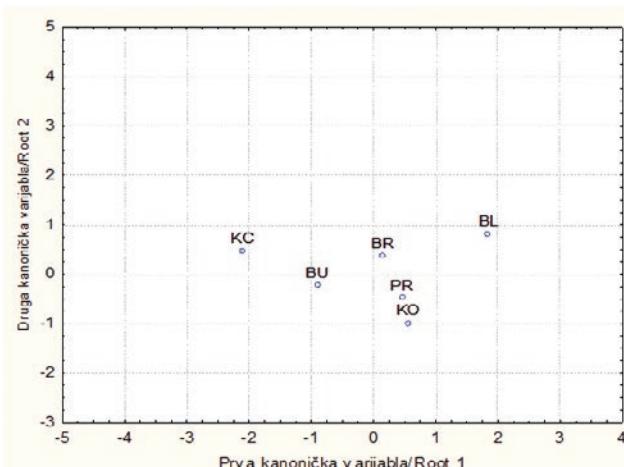
Table 5. Statistics for successive canonical variables

Karakteristični korijen Eigenvalue	Kanonička korelacija Canonical correlation	Wilks-ova lambda Wilks' lambda	χ^2	Stupnjevi slobode Degree of freedom	p-vrijednost p-level	
0	1,700	0,794	0,153	99,450	30	0,000
1	0,416	0,542	0,414	46,803	20	0,001
2	0,322	0,493	0,585	28,380	12	0,005
3	0,172	0,384	0,774	13,590	6	0,035
4	0,102	0,305	0,907	5,157	2	0,076



Slika 3. UPGMA dendrogram istraživanih populacija (a) i njihovo grupiranje (b)
Figure 3. UPGMA tree diagram of researched population (a) and their grouping (b)

varijance među formiranim kanoničkim varijablama. Prve četiri kanoničke varijable opisuju 96,2 %, dok već prve dve opisuju 78,0 % ukupnog variranja među populacijama.



Slika 4. Grafički X-Y prikaz za centroide populacija za prve dve kanoničke varijable za ispitivane populacije

Figure 4. Scatterplot for population centroids by the first two canonical variables for examined populations

Tablica 6. Diskriminativna opterećenja između kanoničkih varijabli i merenih značajki

Table 6. Discriminative loadings between measured and canonical variables

Značajka <i>Trait</i>	Kanonička varijabla 1 <i>Root 1</i>	Kanonička varijabla 2 <i>Root 2</i>	Kanonička varijabla 3 <i>Root 3</i>	Kanonička varijabla 4 <i>Root 4</i>	Kanonička varijabla 5 <i>Root 5</i>
m	0.041	0.524	-0.225	0.225	-0.479
w	0.250	0.459	-0.512	0.151	-0.218
t	-0.221	0.461	-0.426	0.050	-0.299
h	0.054	0.823	-0.185	0.003	-0.321
sl	0.294	0.169	-0.322	-0.384	-0.597
sw	-0.030	0.318	-0.534	-0.196	-0.703

Na osnovi opterećenja tj. korelacija između dobijenih kanoničkih varijabli i mjerjenih značajki, ispitivana grupa mjerenih značajki bi se mogla podijeliti u tri grupe. Naime, s obzirom da su kanoničke varijable međusobno ortogonalne tj. nisu korelirane, može se smatrati da su u visokoj korelaciji s istom kanoničkom varijablom i međusobno u višoj korelaciji, nego sa značajkama koje su u visokoj korelaciji s nekom drugom kanoničkom varijablom. Prvu grupu čine masa ploda, debljina ploda i visina ploda, koje imaju najviša opterećenja s drugom kanoničkom varijablom, a drugu grupu čini širina ploda, koja ima najviše opterećenje sa trećom kanoničkom varijablom. Treću grupu čine dužina i širina hiluma, koji imaju najviša opterećenja sa petom kanoničkom varijablom (tablica 6.).

Odnosi među populacijama ispitani su na osnovi centroida populacija (slika 4.) za prve dvije kanoničke varijable koje zajedno opisuju 78 % ukupnog variranja među populacijama. Može se reći da je dobijen jedan relativno uniforman oblak raspršivanja, čije jezgro čine populacije Kostajnica (KO), Bratunac (BR) i Prijedor (PR), tj. nije prisutno jasno razdvajanje populacija u više grupe.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Dobiveni rezultati ukazuju na postojanje značajne varijabilnosti morfoloških svojstava ploda u istraživanim populacijama pitomog kestena u BiH. Najmanje varijabilno svojstvo pokazala je varijabla h/w ($Cv = 9,62\%$), dok su niže vrijednosti koeficijenta vrijabilnosti utvrđene kod širine ($Cv = 10,80\%$) i dužine ploda ($Cv = 13,15\%$). Također dobiveni odnosi t/w i sl/w daju niže vrijednosti koeficijenta varijabilnosti u odnosu na ostala istraživana svojstva. Visok koeficijent varijabilnosti ima svojstvo masa ploda od 23,70 % (kod populacije Kostajnica) do 38,86 % (populacija Bratunac). Slične vrijednosti dobijene su u hrvatskim populacijama ($Cv = 34,4\%$, prema Idžočić et al. 2009 i $Cv=36,74\%$ prema Poljak et al. 2012), ali i ranijim istraživanjima u Bosni i Hercegovini (Ballian et al. 2012, 2013). Prosječna masa plodova u istraživanim populacijama u BiH iznosi 4,93 g što je znatno manje u odnosu na istraživanja provedena u Hrvatskoj, gdje je prosječna masa ploda za pet istraživanih populacija s područja sjeverozapadne Hrvatske iznosila 8,27 g (Poljak et al. 2012), dok je u istraživanim populacijama u ostalom dijelu Hrvatske iznosila 7,1 g (Idžočić et al. 2009). Na području Unsko sanskog kantona, za četiri populacije, prosječna masa ploda kretala se od 4,42 g (Bužim), 5,04 g (Velika Kladuša), 5,10 g (Bosanska Krupa), pa do 6,33 g (Cazin) (Mujić et al. 2010), što odgovara ovim istraživanjima. Slične rezultate dobiva i Poljak (2014) za populaciju Cazin u kojoj je prosječna masa ploda 4,96 g. U Turskoj u prirodnim populacijama u regiji Nazilli prosječna masa ploda iznosi 16,5 g (Ertan 2007), u Sloveniji u prirodnim populacijama koje su svrstane u tri grupe (populacije istočne, središnje i jugozapadne Slovenije) prosječna masa ploda je 10,4 gr (Solar et al. 2005), što predstavlja znatno veću vrijednost u odnosu na BiH populacije.

Prosječna vrijednost širine ploda iznosi 24,97 mm, dok u četri populacije Unsko sanskog kantona te su se vrijednosti kretale od 23,60 mm do 25,30 mm (Mujić et al. 2010), što odgovara rezultatima ovoga rada. U Hrvatskoj prosječne vrijednosti za ovo svojstvo iznosilo je 27,00 mm prema idžočić et al. 2009, a prema Poljak et al. 2012 iznosi 27,97 mm, u Sloveniji 28,00 mm do 33,00 mm, u Italiji od 20,3 mm do 30,8 mm (Jacobani 1993), Španjolskoj od 32,76 mm do 39,30 mm (Alvarez et al. 2005) i predstavlja znatno veće vrijednosti u odnosu na one dobivene u istraživanim populacijama BiH. Prosječne vrijednosti debljine ploda ($t = 15,66$ mm) i dužine ploda ($h = 22,23$ mm) su manje od vrijednosti u Hrvatskoj ($t = 17,44$; $h = 25,74$), Sloveniji ($t = 19,00$; $h = 28,00$), te u Italiji (prema Borghetti et al. (1986) $t = 25,89$ do 30,41 mm; $h = 25,89$ do 30,41).

Oblik ploda koji je dobijen iz odnosa visine i širine ploda (h/w), za sve istraživane populacije, iznosi 0,90, što odgovara istraživanjima u hrvatskim populacijama prema Idžočić

et al. (2009) sa vrijednošću 0,90 i prema prema Poljak et al. (2012) vrijednost je iznosila 0,93.

U populacijama pitomog kestena Bosne i Hercegovine za-stupljene su sve boje ploda (perikarpa) s time da prevladava smeđa boja ploda. U slovenskim populacijama prevladava tamno smeđa boja ploda (Podjavoršček 1999, Solar et al. 2005), dok u primorskom dijelu Slovenije prevladava crno smeđa boja ploda koja je karakteristična za marune. U rumunjskim populacijama prevladava tamno smeđa boja ploda, ali se javljaju i svjetlo smeđa i crvenkastosmeđa boja (Botu et al. 1999). Analizom varijance dobivena je statistički značajna razlika između istraživanih populacija. Proved-bom *post hoc* testiranja pomoću Fisherovih multiplih te-stova (LSD) i multivarijatne analize, dodatno je pojašnjen uzrok variranja.

Odnosi među ispitivanim značajkama, analizirani su na osnovi diskriminacijskih opterćenja kanoničkih varijabli i ukazuju na značaj prve, pa i druge grupe mjerjenih značajki za razlikovanje populacija, i s obzirom na relativno visoke vrijednosti karakterističnih korijenova druge i treće kanoničke varijable.

Klaster analizom, istraživane populacije su jasno odvojene u tri grupe, ali se prema dijagramima raspršivanja, dobivenim na osnovi prve dve kanoničke varijable, to ne može sa sigurnošću potvrditi. Dapače, populacije Kostajnica (KO), Bratunac (BR) i Prijedor (PR), koje su klaster analizom grupirane u različite grupe, pokazale su se sličnim na osnovi prve dvije kanoničke varijable. Sličnost populacija izdvojene na osnovi analize grupiranja tj. klaster analizom možemo dovesti u vezu s geografskom bliskošću. Distribucija pitomog kestena je antropogenog porijekla u BiH, gdje prostor sjeverozapadne Bosne predstavlja glavno rastrešenje pitomog kestena i predstavlja dio linije rasprostranjenja iz Slovenije i Hrvatske, dok manji dio pod kestenovim šumama su na lokalitetima u okolini Konjica i Bratunca. U smislu preciznijeg sagledavanja odnosa među ispitivanim populacijama trebalo bi sprovesti daljnja istraživanja, koja bi uključila i druga svojstva, a posebno molekularne biljege.

Velika varijabilnost kvantitativnih svojstava plodova u populacijama europskog pitomog kestena s područja Bosne i Hercegovine ukazuje na bogatstvo genofonda ove vrste. Na području BiH ovoj vrsti je uvijek pridavan sekundarni značaj, zbog relativno malog udjela u ukupnim površinama pod šumom, unatoč širokom spektru njegove uporabne vrijednosti. Takođe, mnoge kestenove sastojine su degradirale, propale ili su posjećene čistom sjećom, te se same obnavljaju iz panja, a sastojine postaju sve zapanjeno.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjima predstavljaju osnovu za nastavak istraživanja u cilju dalnjih preporuka za očuvanje i usmjereno korištenje genetičkih resursa europskog pitomog kestena u BiH, s time da bi istraživanja trebalo proširiti na genetičkoj razini kako bi dobili pravu sliku ge-

netske raznolikosti ove vrste. U cilju dugoročnog očuvanja ove cijenjene šumske vrste trebalo bi sprovesti aktivnosti mjera za *in situ* i *ex situ* metode očuvanja.

LITERATURA

REFERENCES

- Alvarez, J.B., M.A. Martin, C. Munoz, S. Lopez, L.M. Martin, 2005: Genetic variability of chestnut in Andalusia (Spain). *Acta Hort.*, 693: 471-476.
- Ayfer, A., A.Soylu, 1993: Selection of chestnut cultivars (*Castanea sativa* Mill.) in Marmara region of Turkey. In: Proceedings of the International Congress on chestnut Spoleto, Italija, 20-23. octobar, Perugia, p: 285-289.
- Ballian, D., K. Holjan, A. Mujagić-Pašić, 2012-2013: Analiza nekih morfoloških svojstava ploda pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u dijelu prirodnog rasprostiranja u Bosni i Hercegovini. Radovi HDZU, XIV-XV: 207-221.
- Ballian D., Mujagić-Pašić A. 2014: Variability of Sweet Chestnut Fruit (*Castanea sativa* Mill.) in the Area of Bosnia and Herzegovina. 25th International scientific experts congress on agriculture and food industry, Izmir, Book of Abstracts, p: 8.
- Bellini, E., 2005: The chestnut and its resources: Images and considerations. *Acta Hort.* 693: 85-92.
- Borghetti, M., P. Menozzi, P. Vendramin, R. Giannini, 1986: Morphological Variation in Chestnut Fruits (*Castanea sativa* Mill.) in Tuscany (Italy), *Silvae Genetica* 35(2-3): 124-128.
- Botta, R., A. Akkak, D. Marinoni, G. Bounous, S. Kampfer, H. C. Steinkellner, C. Lexer, 1999: Evaluation of microsatellite markers for characterizing chestnut cultivars. *Acta Hort.*, 494: 277-282.
- Botta, R., D. Marinoni, G. Beccaro, A. Akkak, G. Bounous, 2001: Development of a DNA typing technique for the genetic certification of chestnut cultivars. *For. Snow Landsc. Res.* 76: 425-428.
- Botu, M., G. Achim, E. Turcu, 1999: Evaluation of some chestnut selections from the population formed into ecological conditions from the north-east of Oltenia. *Acta Hort.*, 494:77-83.
- Buck, E. J., M. Hadonou, J. James, D. Blakesley, K. Russell, 2003: Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in European chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Mol. Ecol. Notes*, 3: 239-241.
- Camus, A. 1929: Les chataigniers. Monographie des genres *Castanea* et *Castanopsis*. *Encycl. Econ. Sylvic*, 3: 1-604.
- Casasoli, M., C. Mattioni, M. Cherrubini, F. Villani, 2001: A genetic linkage map of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on RAPD, ISSR and isozyme markers, *Theoretical and Applied Genetics*, 102(8): 1190-1199.
- Conedera, M., P. Krebs, W. Tinner, M. Pradella, D. Torriani, 2004: The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Veget Hist Archaeobot.* 13:161-179.
- Costa, R., C. Riberio, T. Valdivieso, R. S. A. Costa, 2008: Variedades de Castanha das Regiões Centro e Norte de Portugal. Projecto Agro 448Variedades, Técnica Edição Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, Lisboa, p: 1-79.
- Čopić, M. 2014: Organogeneza muškog gametofita pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u regionu Potkozarje, Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Univeriteta u Banjoj Luci.
- Daničić, V., V. Isajev, M. Mataruga, 2008: Hemispherical composition of plums (*Prunus domestica* L.) on the BiH region. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci*, 9: 41-46.
- Ertan, E. 2007: Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 54: 691-699.
- Fineschi, S., D. Taurichini, G. Müller-Starck, M. Conedera, 1994: Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. III. Analysis of RAPD's molecular markers. U: E. Antognazzi (ur.), *Proceedings of the International Congress on Chestnut*, 20-23 October 1993, Spoleto, Italy, 303-307.
- Furonez-Pérez, P., J. Fernández-López, 2009: Morphological and phenological description of 38 sweet chestnut cultivars (*Castanea sativa* Miller) in a contemporary collection. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7 (4): 829-843.
- Glavaš, M. 1999: Gljivične bolrsti šumskog drveća. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Glišić, M., 1954: Prilog poznavanju fitocenoza pitomog kestena i bukve u Bosni. *Šumarstvo II*, Beograd, p: 162-175.
- Gobbin, D., L. Hohl, L. Conza, M. Jermini, C. Gessler, M. Conedera, 2007: Microsatellite-based characterization of the *Castanea sativa* cultivar heritage of southern Switzerland. *Genome*, 50: 1089-1103.
- Goulao, L., T. Valdivieso, C. Santana, C. Moniz Oliveira, 2001: Comparison between phenetic characterization using RAPD and ISSR markers and phenotypic data of cultivated chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48: 329-338.
- Hadživuković, S. 1991: Statistički metodi, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Hozova, L., L. Jankovskay, A. Akkak, D. Torello-Marioni, R. Botta, J. Šmerda, 2009: Preliminary study of genetic structure of a chestnut population in the Czech Republic based on SSR analysis. *Acta Hort.* 815: 43-50.
- Idžočić, M., M. Zebec, I. Poljak, J. Medak, 2009: Variation of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Croatia according to the morphology of fruits, *Sauteria*, 18: 232-233.
- Koprivica, M. 2015: Šumarska statistika, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, p: 35-76.
- Kovačević, B. 2014: Variability of leaf morphometric characters in *Populus nigra* populations in the basin of river Danube. In: Šiler B., Škorić M., Mišić D., Kovačević B., Jelić M., Patenković A., Kurbalija Novičić Z. Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin. Zoran Tomović, Ivana Vasić (Eds.), Public Enterprise "Vojvodinašume": 52-85.
- Krstić, Lj., Z. Katanić, M. Ježić, I. Poljak, L. Nuskern, I. Matković, M. Idžočić, M. Ćurković-Perica, 2017: Biological control of chestnut blight in Croatia: an interaction between host sweet chestnut, its pathogen *Cryphonectria parasitica* and the biocontrol agent *Cryphonectria hypovirus 1*, *Pest management science* 73 (3): 582-589.
- Lojo, A. 2000: Taksacione osnove za gazdovanje šumama pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području Cazinske Krajine, Magistarski rad, Šumarski fakultet Univerzitet u Sarajevu.
- Lusini, I., I. Velichkov, P. Pollegioni, F. Chiocchini, G. Hinkov, T. Zlatanov, M. Cherubini, C. Mattioni, 2014: Estimating the genetic diversity and spatial structure of Bulgarian *Castanea sativa* populations by SSRs: Implications for conservation. *Conservation Genetics*, DOI : 0.1007/s10592-013-0537-0.

- Macanović, A. 2012: Ekološko-sintaksonomska analiza šuma pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području BiH, Međunarodni naučni skup: Struktura i dinamika ekosistema Dinarida- stanje, mogućnosti i perspektive, Akademija nauke i umjetnosti, Sarajevo, p: 201-220.
- Marinoni, D., A. Akkak, G. Bounous, K.J. Edwards, R. Botta, 2003: Development and characterization of microsatellite markers in *Castanea sativa* Mill. Mol. Breed. 11: 127-136.
- Martin, A.C., M.J. Gimenez, J.B. Alvarez, 2005: Varietal identification of chestnut using microsatellites markers. Acta Hort. 693: 441-446.
- Martín, M.A., C. Mattioni, J.R. Molina, J.B. Alvarez, M. Cherubini, M.A. Herrera, F. Villani, L.M. Martín, 2012: Landscape genetic structure of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Spain, Tree Genet Genomes 8: 127-136.
- Mattioni, C., M.A. Martín, P. Pollegioni, M. Cherubini, F. Villani, 2013: Microsatellite markers reveal a strong geographical structure in European populations of *Castanea sativa* (Fagaceae): evidence for multiple glacial refugia. Am J Bot 100: 951-961.
- Mićić, N., D. Čordaš, D. Balić, 1987: Karakteristike ploda nekih tipova pitomog (evropskog) kestena, Jugosl. Voćar, 21: 11-16.
- Mujagić-Pašić, A., D. Ballian, 2012: Variability of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on the morphological properties of the laeaf in naural populations of Bosanska Krajina, Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo, No1, p: 57-69.
- Mujagić-Pašić A., Ballian D. 2013a: Variability of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on the morphological properties of the nut and cupule in natural populations of Bosanska Krajina. 48. Hrvatski i 8. Međunarodni simpozij agronoma. 17. - 22. veljače 2013. Dubrovnik Hrvatska. Zbornik radova, p: 298-302.
- Mujagić-Pašić, A., Ballian, D. 2013b: An analysis of the morphology and phenology of sweet chesnut (*Castanea sativa* Mill.) flower and nut in north-west Bosnia and Herzegovina. Research people and actual task on multidisciplinary sciences 12-16. june 2013, Lozenec, Bulgaria, p:160-065.
- Mujić, I., S. Jahić, J. Ibrahimpašić, V. Alibabić, 2006a: Nutritivne karakteristike prerađenog kestena (*Castanea sativa*) sa područja Unsko-Sanskog kantona i usporedba sa nutritivno sličnim namirnicama, Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu 57: 125-136.
- Mujić, I., J. Ibrahimpašić, S. Jahić, M. Bajramović, V. Alibabić, 2006b: Kvalitativne karakteristike svježeg kestena (*Castanea sativa*) sa područja Unsko-Sanskog kantona, Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 57: 27-34.
- Mujić, I., V. Alibabić, J. Živković, S. Jahić, S. Jokić, Ž. Prgomet, Z. Tuzlak, 2010: Morphological characteristics of Chastanea sativa from the area Una-Sana canton, Journal Central European Agriculture, 11 (2): 185-190.
- Müller-Starck, G., M. Conedera, S. Fineschi, 1994: Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. II. Genetic inventory based on enzyme gene markers. U: E. Antognozzi (ur.), Proceedings of the International Congress on Chestnut, 20-23 October 1993, Spoleto, Italy, p. 303-307.
- Özgan, Y., 2003: Investigations on Morphological and Pometological Characteristics of Chestnut Genotypes in İkizce and Şenbolluk Natural Areas of Ordu Vicinity, Proc. IS on Sust. Use Of Plant Biodiv. Eds. E. D. zyaman & YT, zel Acta Hort. 598: 205-210.
- Pereira-Lorenzo, S., J. Fernandez-Lopez, J. Moreno-Gonzalez, 1996: Variability and grouping of Northwestern Spanish chestnut cultivars. II. Isoenzymatic traits. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121(2): 190-197.
- Pereira-Lorenzo, S., A.M. Ramos-Cabrera, B. Diaz-Hernandez, J. Ascasibar-Errasti, F. Sau, M. Ciordia-Ara, 2001: Spanish chestnuts cultivars. Hortic. Sci 36 (2): 344-347.
- Piccoli, L., 1992: Monografia del castagno. Suoi caratteri morfologici, variegata, coltivazione, prodotti e nemici. Stabilimento Tipo-Litografico G. Spinelli, Florenz, p:178.
- Podjavoršek, A., F. Štampar, A. Solar, F. Batić, 1999: Morphological variation in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruits in Slovenia. Acta Hortic., 494: 129-132.
- Poljak, I., 2014: Morfološka i genetska raznolikost populacija i kemijski sastav plodova europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj, disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Poljak, I., M. Idžočić, M. Zebeć, N. Perkovic, 2012: Varijabilnost europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području sjeverozapadne Hrvatske prema morfološkom obilježjima plodova. Šumarski list, 9/10: 479-489.
- Poljak, I., N. Vahčić, M. Gačić, M. Idžočić, 2016: morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron', Food technology and biotechnology 54 (2): 189-199.
- Poljak, I., M. Idžočić, Z. Šatović, M. Ježić, M. Ćurković Perica, B. Simovski, J. Acevski, Z. Liber, 2017: Genetic diversity of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in central Europe and the western part of the Balkan Peninsula, and evidence of marron genotype introgression into wild populations, Tree Genetics and Genomes ,1;13-1-13-18.
- Ponchia, G., A. Bergamini, G. Tomasi, M. Gardiman, G. Fila, 1993: Observations on some chestnut cultivars found in the Trento area. Proceedings of the International congress on chestnut; Spoleto Italija, 20-23. october, 1993. Perugia, p: 343-346.
- Ramos-Cabrera, A. M., S. Pereira-Lorenzo, 2005: Genetic relationship between *Castanea sativa* Mill. trees from north-western to south Spain based on morphological traits and isoenzymes. Genetic Resources and Crop Evolution 52: 879-890.
- Russel, K. 2002: in G. Bounous (ed), II Castagno: Cultura ambiente ed utilizzazione in Italia e nel mondo, Edagricole-Edizioni Agricole de II Sole 24 Ore, Bologna, Gran Bretagna, p:249-253.
- Sawano, M., T. Ichii, T. Nakanishi, Z. Kotera, 1984: Studies on identification of chestnut species and varieties by isozyme analysis. Sci. Rpt. Faculty Agr. Kobe Univ. 16: 67-71.
- Serdar, Ü., H. Demirsoy, L. Demirsoy, 2011: A morphological and phenological comparison of chestnut (*Castanea*) cultivars 'Serdar' and 'Marigoule', Australian Journal of Crop Science 5: 1311-1317.
- Skender, A. 2010: Genetska i pomološka varijabilnost populacije pitomog kestena u Bosni i Hercegovini, Doktorska disertacija, Poljoprivredno-prehrabreni fakultet Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, p:1-92.
- Solar, A., A. Podjavoršek, F. Štampar, 2005: Phenotypic and genotypic diversity of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovenia – opportunity for genetic improvement. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 381-394.
- Stupar, V., M. Šurlan, J. Travar, R. Cvjetićanin, 2014: Fitocenološka analiza mezofilnih šuma pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u okolini Kostajnice (Bosna i Hercegovina).

Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, 21: 25–43.

- Sučić, J. 1953a: Rasprostranjenost pitomog kestena na području Bosne i Hercegovine, Narodni šimar stručni list za šumarstvo i drvnu industriju, Društvo šumarskih inženjera i tehničara Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 9/10 :361-377.
- Sučić, J. 1953b: O arelu pitomog kestena na području Srebrenice, sa kratkim osvrtom na ostala nalazišta u Bosni i Hercegovini, NP „Oslobodenje“, Sarajevo, p. 10-55.

- UPOV (Union internationale pour la protection des obtentions végétales), 1989: Guidelines for conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability, *Castanea sativa* Mill., Geneva, p: 1-22.
- Ušćuplić, M. 1996: Patologija šumskog drveća i ukrasnog drveća. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Wraber, M. 1958: Biljnosociološki prikaz kestenovih šuma Bosne i Hercegovine, Godišnjak biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 9 (1-2):139-182.

SUMMARY

The European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is the only native species of the genus *Castanea* in Europe. The sweet chestnut has a remarkable multipurpose character, and may be managed for timber production as well as for fruit production, including a broad range of secondary products and ecosystem services. Chestnut in Bosnia and Herzegovina is mainly located in the northwest Una-Sana Canton, east (Bratunac and Srebrenica) and south (Konjic and Jablanica) where grows within the forest. In B&H European sweet chestnut is a species which is not paid enough attention and it is one of the rarest and critically endangered tree species. The variability of sweet chestnut fruits in six natural populations in B&H using a morphometric analysis was investigated.

The samples of sweet chestnut for this study were collected from the six separate geographic localities in B&H (Figure 1) in year 2012. The populations were represented with 10 trees each and each tree with 20 fruits. A total of 1200 fruits and 13 morphological characteristic were analyzed. Fruits morphological characteristics were described by descriptive statistical indicators: arithmetic mean (\bar{x}), standard deviation (Sd), coefficient of variation (Cv) (Table 1 and 2). In order to determine the intra-population and interpopulation variability the univariate analysis of variance (ANOVA) was performed (Table 3).

Results obtained by statistical analysis of studied morphological characteristics of chestnut fruits showed that the most variable characteristic is the weight of the fruit (Cv = 34,5 %). Medium values of fruit weight of analyzed samples was within a range from 4,38 to 5,77 g (average 4,93). Lower variability coefficients are propere to the width (Cv = 10,8 %) and height of the fruit (Cv=13,15%). In B&H populations prevails typical brown chestnut color of the fruit. The analysis of variance (ANOVA) confirmed presence of statistically significant differences by all studied characteristics on both inter- and intra-population level. According to cluster analysis studied populations are agglomerated in three clusters (Figure 3.). However, this was not confirmed by canonical discrimination analysis (Figure 4), by three populations formed core within well defined data cloud. We assume that differences between results of two methods are probably based on the fact that canonical discriminant analysis include information about variability within population in the process which cluster analysis does not.

High variability in populations is very important for the conservation of genetic pool of the species. For a complete knowledge on the variability of European sweet chestnut in a part of the natural area the research should be expanded by the use of molecular markers.

KEY WORDS: European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.), morphological characteristics, fruit, multivariate analysis, Bosnia and Herzegovina,

INFLUENCE OF TOURISM DISTURBANCE ON CARBON, NITROGEN, AND ENZYME ACTIVITIES OF THE SOIL IN AN URBAN PARK IN CHINA

UTJECAJ TURIZMA NA AKTIVNOST UGLJIKA, DUŠIKA I ENZIMA U TLU U URBANOM PARKU U KINI

Xiaoyang ZENG

SUMMARY

This study investigated the effects of different tourism disturbance intensities on carbon, nitrogen, and enzyme activities of soil in a subtropical urban park, China. The contents of the soil organic carbon (SOC), total nitrogen (TN), dissolved organic carbon (DOC), dissolved organic nitrogen (DON), nitrate nitrogen (NO_3^- -N), and ammonium nitrogen (NH_4^+ -N) in the soil were significantly reduced by tourism disturbance. The activities of some soil enzymes, including sucrase, catalase, urease, and chitinase, were also reduced. Except for NH_4^+ -N, the soil carbon–nitrogen indicators all exhibited significant positive correlations with the four soil enzyme activities. The results indicated that tourism disturbance caused soil degradation in the subtropical urban park. Therefore, the soil in damaged areas should be frequently turned up, and more organic fertilizers should be added.

KEY WORDS: tourism disturbance, subtropical urban park, soil carbon and carbon, enzyme activity

INTRODUCTION

UVOD

People enjoy spending time in urban parks, especially those with abundant vegetation. Such locations are relaxing and enjoyable. However, frequent visitation can negatively impact the local area by harming the ecological environment of the park. It can lead to destroyed vegetation and increased soil hardness. Naturally, as urbanization and tourism continue to grow, the environmental effects of tourism have become increasingly obvious. As a result, society is paying more attention to these issues, and it has become a hot topic in current

ecological tourism research (Sun et al., 2014; Svajda et al., 2016).

An important component of ecological tourism research is investigating the effect of tourism on soil. Such research first began in the 1960s and has primarily concentrated on the effects of different trampling intensities and trampling types on soil organic matter, soil physical properties, and plant diversity (Deluca et al., 1998; Lu et al., 2011; Svajda et al., 2016; Wen et al., 2016). Nonetheless, only a few reports are available on the influence of tourism activities on soil biological properties (Gong et al., 2009; Li et al., 2015). This study aimed to investigate the influence

* Dr. Xiaoyang Zeng, Department of Landscape Architecture, Sichuan College of Architectural Technology, Chengdu 610081, China
Correspondence author's e-mail: zengxy@sina.cn

of different tourism disturbance intensities on carbon, nitrogen, and enzyme activities of the soil in a subtropical urban park. It is anticipated this work will provide a scientific basis that can be used to protect and rationally utilize subtropical urban parks better.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Study site – *Područje istraživanja*

The research area is Chengdu, China, located at $30^{\circ}05' \sim 31^{\circ}26' N$, $102^{\circ}54' \sim 104^{\circ}53' E$. The altitude is approximately 500 m. Chengdu's mean annual temperature as calculated from multiple years' records is $16.2^{\circ}C$. The annual maximum and minimum temperatures are $37.3^{\circ}C$ and $-5.9^{\circ}C$, respectively. The mean annual number of sunshine hours is 1071 hours. The mean annual precipitation is 945.6 mm, and the annual frost-free period is above 337 days. It is warm year-round, and the four seasons are distinct. The soil in the study area is referred to as purple soil and classified as Pup-Orthic Entisols in the Chinese soil taxonomy and Eutric Regosol in the Food and Agriculture Organization's Soil Classification. Chengdu is a mid-subtropical region, and the main type of vegetation is that of the subtropical evergreen broad-leaved forest.

Experimental setup – *Plan pokusa*

The experiment was conducted in September 2016 in Huahuaxi Park in Chengdu. The location of this park is shown in Figure 1. Three common types of plant communities were chosen, whose dominant species are *Ulmus pumila* L., *Ligustrum lucidum*, and *Ficus virens*, respectively. For each sample plot of the plant communities, the sightseeing road of the scenic area was taken as the center, and three parallel belt transects were set along the vertical direction to one side of the sightseeing road (close to the side with more plant trampling), and the spacing between

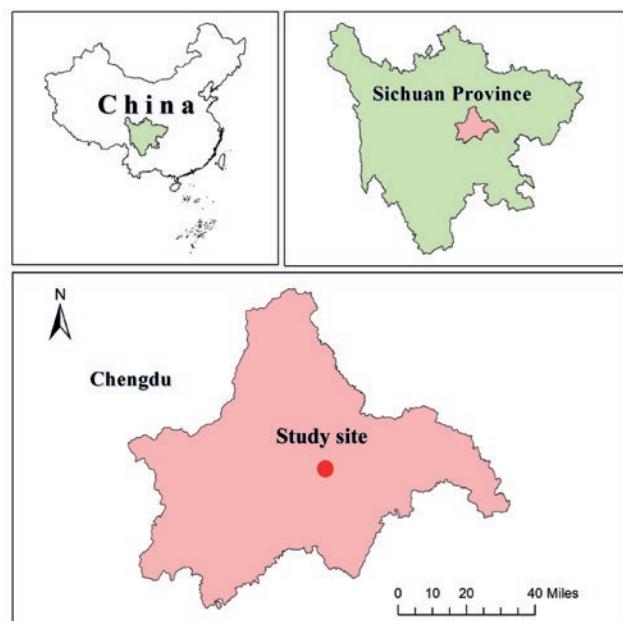


Figure 1. Location of the study site.

Slika 1. Lokalitet istraživanja

each transect was more than 5 meters (Figure 2). The starting point of the belt transect was located at the edge of the sightseeing road, and quadrates of $1\text{m} \times 1\text{m}$ were set at 1 m, 5 m, and 10 m away from the sightseeing road, representing heavy, moderate, and light tourism disturbances, respectively (Figure 2). Three quadrates with the same distance from the starting point distributed on three parallel belt transects were considered as three sampling replicates. In each quadrate, a 5 cm-diameter soil borer was used, and five random drills of soil within the range of 0 - 15 cm were collected. The five samples were then mixed to form one composite sample of about 1 kg. The soil was passed through a 2 mm sieve and then divided into two parts (Tian et al., 2017). One part of the soil was air-dried and ground to pass through a 0.2 mm sieve to test the soil or-

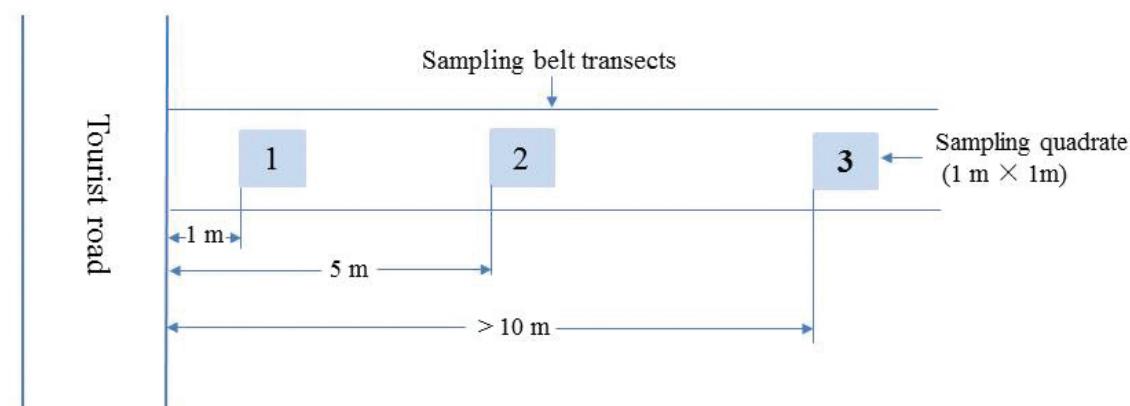


Figure 2. Sampling scheme. Sampling quadrate 1, 2 and 3 on the belt transect represent heavy, moderate, and light tourism disturbances, respectively.

Slika 2. Shema uzorkovanja. Kvadrati uzorkovanja, 1, 2, i 3 na transeptu predstavljaju jak, umjeren i lagani intenzitet turističke aktivnosti.

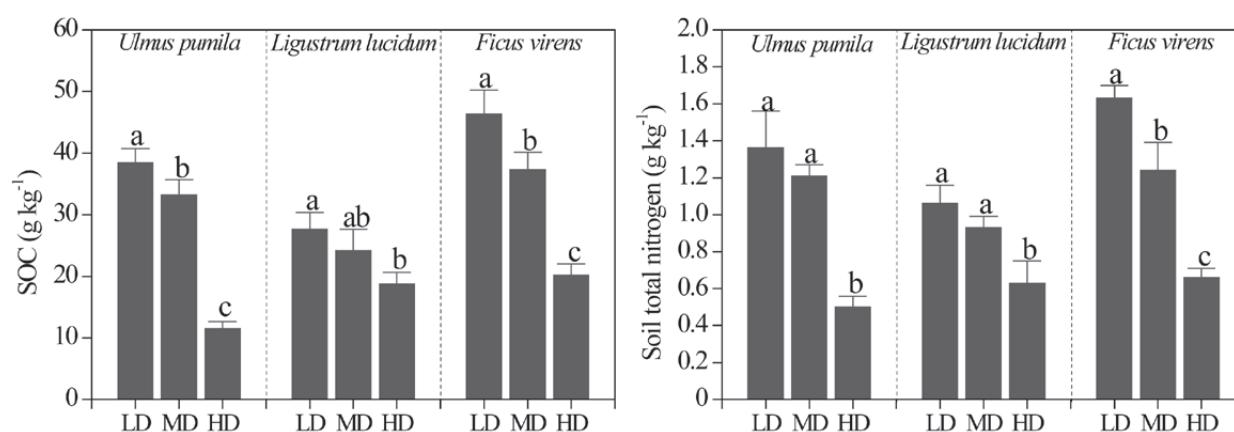


Figure 1. Soil organic carbon and total nitrogen under different tourism disturbance intensities in a subtropical park. LD, MD and HD represent heavy, moderate, and light tourism disturbances.

Slika 1. Udjel organskog ugljika i ukupnog dušika u tlu pod djelovanjem različitih intenziteta turističke djelatnosti u tri vegetacijske zajednice u suptropskom parku. LD, MD i HD predstavljaju lagani, umjereni i jaki intenzitet turističke aktivnosti.

ganic carbon (SOC) and total nitrogen (TN) of the soil. The other part was refrigerated at 4 °C to test soil organic carbon (DOC), nitrate nitrogen (NO_3^- -N), ammonium nitrogen (NH_4^+ -N), dissolved organic nitrogen (DON), and soil enzyme activity.

Laboratory Analyses – Laboratorijske analize

The presence of SOC was tested by the Walkley-Black method (Lu, 1999). Soil TN was measured using the micro-Kjeldahl method (Lu, 1999). Soil DOC, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, and DON were extracted with 2 M KCl for 1 h, and the concentrations were determined by a continuous flow autoanalyzer (Skalar San++ 8505, Netherlands). The sucrase and urease activities in the soil were assayed based on the release and quantitative determination of the products of glucose and NH_4^+ -N. Soil samples were incubated with an 8% sucrose solution and a 10% urea solution in a suitable buffer solution for 24 h at 37 °C, and spectrophotometric measurements were performed (Xu and Zheng, 1986). Catalase activity was measured using the 0.1N KMnO_4 titration method (Xu and Zheng, 1986). Chitinase activity was determined by incubating a mixture of toluene-treated soil

with 1 % (weight/weight) colloidal chitin suspension for 1 h at 37 °C and then, after dilution, assaying the amount of N-acetyl-glucosamine released (Chen et al., 1994).

Statistical analyses – Statističke analize

Statistical analyses were performed using SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA). All data were checked for normality of distributions and homogeneity of variances prior to analysis. Two-way analysis of variance was used to determine the effects of vegetation type and tourism disturbance on soil variables. Least significant difference tests were used to compare the means between different tourism disturbance intensities. Pearson correlation coefficients were also utilized to evaluate the relationships among corresponding variables. A p-value < 0.05 was considered significant.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

In the three sample plots of the plant community, the heavily disturbed soil had an obviously lower organic carbon content than the mildly disturbed soil ($p<0.05$), and the re-

Table 1. Two-way ANOVAs of soil carbon/nitrogen as affected by vegetation and tourism disturbance in subtropical urban park

Tablica 1. Dvosmjerna analiza varijance (ANOVA) ugljika/dušika tla pod djelovanjem vegetacije i turizma u suptropskom urbanom parku

	SOC	TN	DOC	NO_3^- -N	NH_4^+ -N	DON	SUC	CAT	URE	CHI
V	0.154	0.163	0.009	0.055	0.010	0.257	0.533	0.033	0.313	0.317
T	0.023	0.009	0.008	0.006	0.014	0.008	0.023	< 0.001	0.029	0.035
V×T	< 0.001	< 0.001	0.021	0.111	0.204	0.034	< 0.001	0.623	< 0.001	< 0.001

V: Vegetation; T: Tourism; TC: Total C; TN: Total N; DOC: Dissolved organic carbon; DON: Dissolved organic nitrogen; SUC: Sucrase; CAT: Catalase ; URE: Urease; CHI: Chitinase.

V: vegetacija; T: turizam; TC: ukupni ugljik; TN: ukupni dušik; DOC: otopljeni organski ugljik; DON: otopljeni organski dušik; SUC: sukraza; CAT: katalaza; URE: ureaza; CHI: hitinaza

ductions were 70.1%, 32.5%, and 56.4%, respectively (Figure 1, Table 1). As compared with the mild tourism disturbance, the moderately disturbed soil also had different degrees of declining organic carbon content. Additionally, the soil impacted by severe and moderate tourism disturbances had significantly lower TN contents than the soil impacted by mild disturbance ($p<0.05$) (Figure 2, Table 1).

These results are in accordance with the numerous studies that have indicated that tourism disturbance reduces the organic matter content of the soil (Qin et al., 2006; Gong et al., 2009; Lu et al., 2011; Svajda et al., 2016). Repeated trampling in an area causes soil bareness and destroys the litter layer and humus layer. Furthermore, trampling on compacted soil negatively impacts the growth and development of plant roots, thus leading to reduced plant return. These effects cause the organic matter content to decrease (Lu et al., 2011). The soil nitrogen is closely related to the organic matter content. Thus, when tourism disturbances reduce the organic matter content, the nitrogen content of the soil is likewise reduced (Gong et al., 2009).

The severely disturbed soil had significantly lower DOC than both the moderately and mildly disturbed soils, but the difference in the DOC content between the latter two soils was not significant (Figure 2). DOC is the main component of soil organic matter, which is derived mainly from plant litter and the decomposition of humus, microbial bi-

omass, and root exudates (Wang et al., 2016). In this research, it was visually observed that severe disturbance decreased vegetation coverage and reduced litter, accordingly the DOC content decreased in the soil.

In the three sample plots of the plant community, as compared with mild disturbance, severe disturbance obviously reduced the NO_3^- -N, NH_4^+ -N, and DON contents in the soil, and moderate disturbance also reduced these contents to varying degrees. Soil NO_3^- -N and NH_4^+ -N are biologically available nitrogen that can be directly absorbed and utilized by plants. Through mineralization, NH_4^+ -N and NH_4^+ -N are created from organic nitrogen and then transformed into NO_3^- -N by nitrification (Li et al., 2015; Wen et al., 2016). As tourism disturbance reduces the TN content in the soil, the mineralization source of NO_3^- -N and NH_4^+ -N also decreases. Furthermore, tourism trampling increases the soil density and reduces the soil moisture, which weakens the microbial activities in the soil and then reduces soil mineralization and nitrification (Li et al., 2015).

Additionally, the severe disturbance also significantly lowered the soil DON content. The source of soil DON is same as that of soil DOC. The decreased DON content was probably primarily caused by decreases in vegetation coverage and litter as a result of severe disturbance, as is suggested in the work of other researchers (Ueda et al., 2013; Mobley et al., 2014).

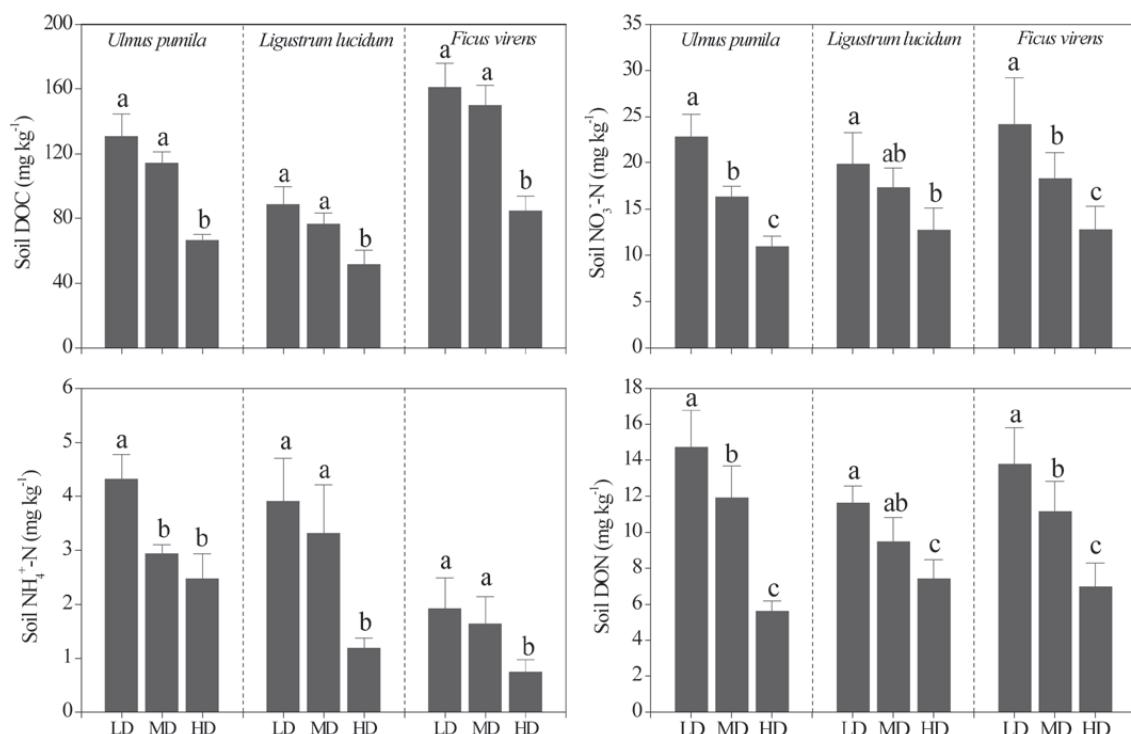


Figure 2. Soil DOC, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, and DON content under different tourism disturbance intensities in a subtropical park. LD, MD and HD represent heavy, moderate, and light tourism disturbances.

Slika 2. Udjel DOC, NO_3^- -N, NH_4^+ -N i DON tla pod djelovanjem različitih intenziteta turističke djelatnosti u tri vegetacijske zajednice u suptropskom parku. LD, MD i HD predstavljaju lagani, umjereni i jaki intenzitet turističke aktivnosti.

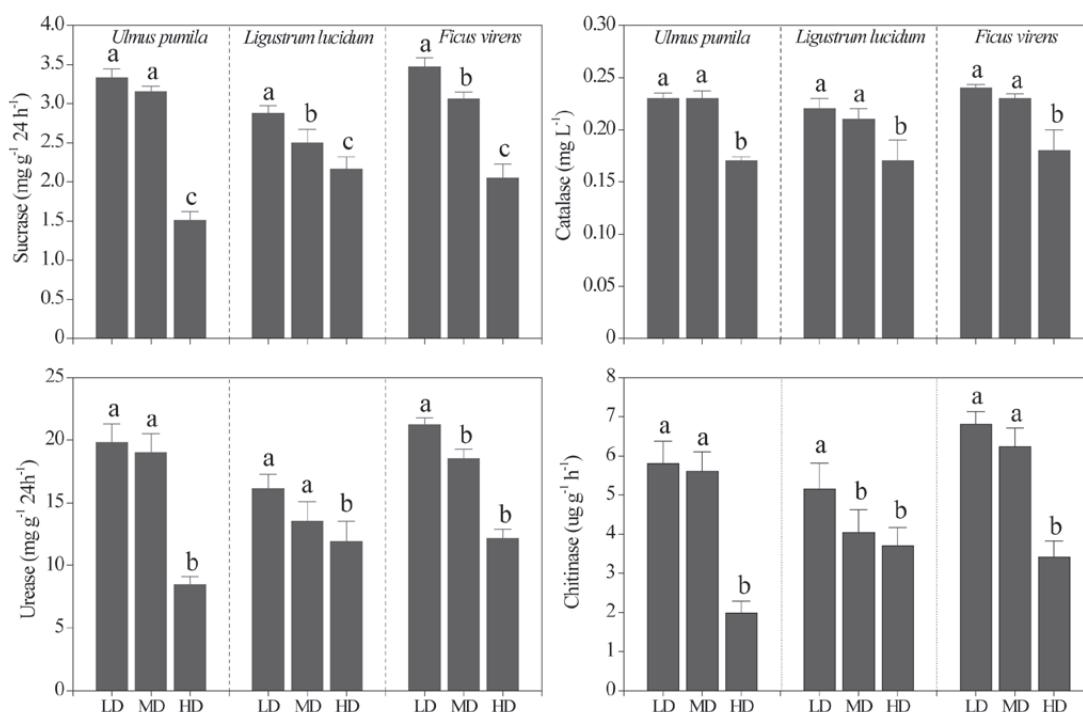


Figure 3. Soil enzyme activities under different tourism disturbance intensities in a subtropical park. LD, MD and HD represent heavy, moderate, and light tourism disturbances.

Slika 3. Aktivnosti enzima tla pod djelovanjem različitih intenziteta turističke djelatnosti u tri vegetacijske zajednice u sumpropskom parku. LD, MD i HD predstavljaju lagani, umjereni i jaki intenzitet turističke aktivnosti.

In the three sample plots of the plant community, the heavily disturbed soil had significantly lower sucrase, catalase, urease, and chitinase activities than the lightly disturbed soil (Figure 3, Table 2). Sucrase enzyme activity showed significant differences between lightly and moderately disturbed soils between treatments in both *Ligustrum lucidum* and *Ficus virens* communities (Figure 3). No significant changes were observed in catalase activity between lightly and moderately disturbed soils in the three plant communities, and significant differences were noted in urease and chitinase activities between mildly and moderately disturbed soils in both *L. lucidum* and *F. virens* communities (Figure 3). These results indicate that the sucrase enzyme is most sensitive to tourism disturbance and the catalase enzyme is the least.

Each of the enzymes examined in this study can act as important indicators of certain soil characteristics. For example, the sucrase enzyme is highly significant because it can be used to characterize the carbon cycle and microbial metabolic activity of soil (Li et al., 2015; Tomkiel et al., 2015). It is able to reflect the transformation rules concerning accumulation and decomposition of SOC (Sumathi and Thaddeus, 2013; Li, 2015). Tourism disturbance decreases the soil sucrase activity, indicating that the transformation of organic matter in soil decreases with increasing disturbance intensity. The decreased mineralization of plant litter,

root exudates, and roots in turn reduce the soil organic matter and the soil sucrase transformational substrate. As for catalase, it is an indicator of the microbial oxidation reduction system and thus can characterize the microbial oxidizing ability of microorganisms in the soil (Tomkiel et al., 2015). Compared with lightly disturbed soils, catalase was usually lower in the moderately and heavily disturbed soils in this study, which might be because tourism disturbance suppresses the growth and reproduction of microorganisms and reduces the catalase source to a certain extent. Finally, urease and chitinase enzymatic activities can contribute to the soil nitrogen cycle and related soil activities, which are affected by soil nitrogen availability (Dindar et al., 2015). Tourism disturbance destroys the litter layer and the humus layer, decreases the soil organic matter, and reduces the soil nitrogen content, urease activity, and chitinase activity. Furthermore, severe tourism disturbance results in compacted and exposed soil and changes the hydrothermal conditions of the soil, which is not beneficial for soil microbial abilities, and thus, urease activity and other enzyme activities decrease (Li 2015; Tomkiel et al., 2015).

The correlational analyses between the soil carbon and nitrogen forms and soil enzyme activities show that all, except $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, exhibit significant positive correlations with sucrase, catalase, urease, and chitinase activity (Table 2). The close relationship between soil carbon and nitrogen

Table 2. Correlation coefficients between soil enzyme activities and soil carbon/nitrogen.

Tablica 2. Koeficijenti korelacije između enzimatske aktivnosti u tlu i ugljika/dušika u tlu u subtropskom urbanom parku

	TN	DOC	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	DON	SUC	CAT	URE	CHI
SOC	0.967**	0.900**	0.879**	0.147	0.879**	0.944**	0.883**	0.953**	0.956**
TN		0.867**	0.859**	0.277	0.871**	0.934**	0.908**	0.926**	0.930**
DOC			0.794**	0.037**	0.817**	0.804**	0.793**	0.846**	0.829**
$\text{NO}_3\text{-N}$				0.171	0.789**	0.790**	0.757**	0.788**	0.809**
$\text{NH}_4^+\text{-N}$					0.352	0.315	0.321	0.219	0.148
DON						0.931**	0.812**	0.921**	0.854**
SUC							0.901**	0.984**	0.959**
CAT								0.886**	0.896**
URE									0.964**

** p - value <0.01.

** p - vrijednost <0.01.

and soil enzyme activity implies that the latter can be an indicator for evaluating the effectiveness of soil carbon and nitrogen turnover. The soil ecological environment is a complete system in which the factors directly affect each other. Thus, each factor that is changed by tourism activity would in turn impact the entire ecological environment.

CONCLUSIONS

ZAKLJUČCI

This research reveals that tourism disturbance significantly reduces the soil carbon–nitrogen effectiveness and soil enzyme activities of a subtropical urban park. Consequently, the matter cycle and transformation intensity in the soil are also affected. Furthermore, plant growth is restricted, which significantly impacts the ecological system (Wen et al., 2016). As a result of this study, several suggestions are proposed. Firstly, some warning signs should be placed in vegetation areas that are home to large-scale human activities to remind visitors not to trample upon and destroy the trees and flowers. Secondly, the soil in areas disturbed by tourism should be turned up frequently, and the addition of fertilizers is necessary. Thirdly, in damaged areas, fast-growing trees and shrubs should be planted. Lastly, ecological engineering needs to be strengthened to promote an ecologically-conscious tourism industry.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

This research was supported by the foundation of Sichuan Educational Committee (18ZB0400), the technology support program of Deyang city (2017ZZ043), the foundation of Sichuan College of Architectural Technology (SCJY/RC-KY-07). The author greatly appreciates two anonymous reviewers for their constructive comments and suggestions

on an earlier version of the manuscript. The author is very much obliged to Mrs. Ljerka Vajagić for translation of English to Croatian.

REFERENCES

LITERATURA

- Chen, K.S., K.K. Lee, H.C. Chen, 1994: A rapid method for detection of N-acetylglucosaminidase-type chitinase activity in crossed immunoelectrophoresis and sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis gels using 4-methylumbelliferyl-N-acetyl-D-glucosaminide as substrate, *Electrophoresis*, 15(5): 662–665.
- Deluca, T.H., W.A. Patterson, W.A. Freimund, D.N. Cole, 1998: Influence of lamas, horses, and hikers on soil erosion from established recreation trails in western Montana, USA, *Environmental Management*, 22(2): 255–262.
- Dindar, E., F.O. Sagban, H.S. Baskaya, 2015: Evaluation of soil enzyme activities as soil quality indicators in sludge-amended soils, *Journal of Environmental Biology*, 36(4): 919–926.
- Gong, J., L. Lu, X.L. Jin, W. Nan, F. Liu, 2009; Impacts of tourist disturbance on plant communities and soil properties in Huangshan Mountain scenic area, *Acta Ecologica Sinica*, 29: 2239–2251.
- Li, W.L., 2015: Impacts of tourist disturbance on soil enzyme activity and water quality in Poyang Lake national wetland park, *Research of Soil and Water Conservation*, 22(3): 62–66.
- Lu, L., J. Gong, X.L. Jin, 2011: Impacts of tourist disturbance on soil in Huangshan Mountain scenic area, *Geographical Research*, 30(2): 209–223.
- Lu, R.K., 1999: *Soil and Agro-chemical Analytical Methods*, China Agricultural Science and Technology Press, Beijing, China.
- Mobley, M.L., M.J. Cleary, I.C. Burke, 2014: Inorganic Nitrogen Supply and Dissolved Organic Nitrogen Abundance across the US Great Plains, *PLoS ONE* 9: e107775.
- Qin, Y.H., D.T. Xie, C.F. Wei, 2006: Study on responses of soil ecological environment to impacts of tourist activities, *Journal of Soil and Water Conservation*, 20(3): 61–65.

- Sumathi G., A. Thaddeus, 2013: Impact of organic rich diet on gut enzymes, microbes and biomass of earthworm, *Eudrilus eugeniae*, *Journal of Environmental Biology*, 34(3): 515–520.
- Sun, J.K., J.H. Zhang, J.H. Man, J. Zhou, J. Chen, L. Yang, 2014: Progress and enlightenment of research on tourism environment carrying capacity in the past decade, *Geography and Geo-Information Science*, 30(2): 86–91.
- Svajda, J., S. Korony, I. Brighton, S. Esser, S. Ciapala, 2016: Trail impact monitoring in Rocky Mountain National Park, USA, *Solid Earth*, 7: 115–128.
- Tian, H., H. Wang, X.L., Hui, Z.H., Wang, R.A., Drijber, J.S., Liu, 2017. Changes in soil microbial communities after 10 years of winter wheat cultivation versus fallow in an organic-poor soil in the Loess Plateau of China, *Plos ONE*, 12(9): e0184223.
- Tomkiel M., M. Bacmaga, J. Wyszkowska, J. Kucharski, A. Borowik, 2015: The effect of carfentrazone-ethyl on soil micro-organisms and soil enzymes activity, *Archives of Environmental Protection*, 41(3): 3-10.
- Ueda M.U., O. Muller, M. Nakamura, T. Nakaji, T. Hiura, , 2013: Soil warming decreases inorganic and dissolved organic nitrogen pools by preventing the soil from freezing in a cool temperate forest, *Soil Biology and Biochemistry*, 61(6): 105–108.
- Wang, D.X., Y.H. Gao, P. Wang, X.Y. Zeng, 2016, Responses of CO_2 and N_2O emissions to carbon and phosphorus additions in two contrasting alpine meadow soils on the Qinghai-Tibetan Plateau, *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(10): 4401–44408.
- Wen, B., X.L. Zhang, Z.P. Yang, H.G. Xiong, Q. Yang, 2016: Influence of tourist disturbance on soil properties, plant communities, and surface water quality in the Tianshi scenic area of Xinjiang, China, *Journal of Arid Land*, 8(2): 304–313.
- Xu, G.H., H.Y. Zheng, 1986: *Handbook of Analysis Methods of Soil Microbiology*, Agricultural Press, Beijing, China.

SAŽETAK

U ovom se radu istražuju učinci različitih intenziteta turističke djelatnosti na aktivnost ugljika, dušika i enzima u tlu u suptropskom urbanom parku u Kini. Udjel organskog ugljika tla (SOC), ukupnog ili totalnog ugljika (TN), otopljenog organskog ugljika (DOC), otopljenog organskog ugljika (DON), nitratni oblik dušika (NO_3^- -N) i amonijski oblik dušika (NH_4^+ -N). SOC, TN, DOC, NO_3^- -N i NH_4^+ -N u tlu značajno je reducirana kao posljedica turističkih djelatnosti. Aktivnost pojedinih enzima, uključujući sukrazu, katalazu, ureazu i hitinazu, također je reducirana. S iznimkom NH_4^+ -N, svi indikatori ugljika-dušika u tlu pokazali su pozitivnu korelaciju s aktivnosti četiri enzima u tlu. Rezultati ukazuju da turistička djelatnost dovodi do degradacije tla u suptropskom urbanom parku te da je tlo u oštećenim područjima potrebno često preokretati i dodavati više organskih gnojiva.

KLJUČNE RIJEČI: turistička djelatnost, suptropski urbani park, ugljik i dušik tla, enzimatska aktivnost



... Predsjednik zatim poziva prisutne, da izadju pred zgradu »Šumarski Dom«, koji se nalazi u neposrednoj blizini, jer će se tamo otkriti spomen-poprsja pok. profesoru šumarstva Franu Kesterčaneku i šumaru književniku Josipu Kozarcu.

Učesnici skupštine na čelu sa gosp. Ministrom šuma i rudnika i ostalim uglednim gostima i uzvanicima krenuli su pred zgradu »Šumarski Dom«. Na zgradi u visini I. kata u Perkovčevoj ulici, okićeno zelenilom, smješteno je poprsje Kesterčanekovo. Poprsje je otkrio odbornik Udruženja prof. univerze g. Dr. ing. Andrija Petračić slijedećim govorom: »U želji da prigodom otkrića poprsja profesora Kesterčaneka sa nekoliko riječi istaknem njegov rad, najradije bih Vas, gospode i gospodo, poveo u duhu u Gundulićevu Dubravu, toli dragu njegovom ribaru, da joj pjeva: »O Dubravo slavanaugh svima u uresu slobodnome, lijepa ti si mojem očima, draga ti si srcu mom!« — ili možda da vas povedem u Kozarčevu drevnu »Slavonsku šumu« — s onim divnim stabarjem, spravnim, čistim i visokim, kao da je saliveno«, koju nikada zaboraviti ne možemo, kad smo jedanput u njoj bili ...

(Šumarski list 11–12/1936 s.678)

Zgrada Šumarskog doma nikako nije obična zgrada u donjem gradu. Podignuta na rubu grada, praktički na pustopoljini, sluтила je od početka svoju svjetlu budućnost. Svjedoči tome razrađena fasadna plastika na sve tri etaže, postamenti za dvije nikad postavljene skulpture na glavnom ulazu, ali i dvije postavljene, ali rijetko primijecene na vrhu glavnog portala. Tu su i dvije niše, jedna na početku zapadnog, a druga istočnog krila u visini I. kata. Prema izvornoj dokumentaciji one su ostavljene još 1898. pri izgradnji zgrade. Nije nam poznato za koga su se izvorno čuvale, ali četrdesetak godina poslijе zaposjela su ih dva velikana šumarske struke: Fran Žaver Kesterčanek i Josip Kozarac.



120 GODINA ŠUMARSKOG DOMA

PATKA LASTARKA (*Anas acuta* L.)

Dr. sc. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Opisane su tri podvrste, nominalna koja je široko rasprostranjena i dvije endemske koje nastanjuju područja na otocima u južnom dijelu Indijskog oceana. Po veličini je možemo usporediti s patkom gluharom od koje je malo manja, vitkija i dugovratija po čemu je na prvi pogled razlikujemo i od ostalih vrsta pataka. Ženke narastu u dužinu 51–56 cm te imaju od 0,60 do 0,85 (1,14) kilograma težine. Mužjaci narastu u dužinu do 66 (76) cm te imaju od 0,75 do 1,05 (1,35) kilograma težine. Rasponom krila im je od 80 do 95 cm. Mužjak je svojstven po produženim središnjim repnim perima (duže su za oko 15 cm, pa nalikuju na oblik repa lastavice po čemu je dobila naziv) koje su crne boje. Glava, grlo i stražnji dio vrata su tamnosmeđi, a prsa kao i pruga između grla, stražnjeg dijela vrata i glave je bijele boje. Zadnji dio na donjem dijelu trbuha je žute, a ostali gornji dijelovi tijela i bokovi su sivkasto crne boje. Ženka je svijetlo smeđa pjegasto prošarana tamnijim nijansama, dok joj je grlo i prednji dio vrata svijetlige boje perja od ostatka tijela. Kljun im je svijetlo sive, dok su noge sive boje.

Gnijezdo gradi u plitkoj udubini u tlu u bujnoj obalnoj vegetaciji od biljnih dijelova vodene vegetacije koje oblaže s paperjem. Svrstana je u skupinu patka plivarica. Gnijezdi samotno ili u rahlim skupinama od travnja do lipnja. Nese 7–9 (12) zelenkastih jaja veličine oko 54 mm. Na jajima sjedi ženka 21–24 dana. Mlade ptice su potrušci koji se osamostale i postanu sposobni za letenje sa 35–40 (45) dana kada se i osamostaljuju. Hrane se uglavnom vodenim biljem te

ličinkama vodenih kukaca, manjim vodenim beskralježnjacima, manjim vodozemcima i sitnom ribom. Hranu pronađe na površini vode ili gnjureći prednjim dijelom tijela kada uz pomoć dugog vrata hranu pronalazi na dubini od oko 30 cm. Rijetko roni, a djelomično se hrani i na tlu. Staniste joj je vezano uz plića vodena područja čiji su rubovi obrasli vegetacijom koji su uklopljeni u prostrane otvorene dijelove koji su privremeno plavljeni. Rasprostranjena je u Europi, sjevernoj Aziji i Sjevernoj Americi. U Europi je najbrojnija gnijezdarica u sjevernom i istočnom dijelu, a raštrkane manje populacije gnijezde u južnom dijelu do Španjolske i Grčke. Europske populacije sele u jatima u razdoblju od kraja veljače do travnja i od rujna do studenoga, kada odlazi na zimovanje u južnije europske predjele te u umjerenu i tropsku područja najčešće zapadne Afrike do područja uz ekvator. Na selidbu najprije odlaze mužjaci, a zatim iza njih i ženke. Nalazi prstenovanih ptica ukazuju na različite selidbene puteve, odnosno na eliptičnu selidbu (ujesen uz obalu Atlanskog oceana, a u proljeće preko područja Sredozemlja). U Hrvatskoj je brojna preletnica (Kopački rit, ribnjaci kod Draganića, Vransko jezero kod Pakoštana...), malobrojna zimovalica (od rujna do travnja na područjima od Istre do doline Neretve, te na vodama uz Dravu, Savu i Kupu) i izumrla gnijezdarica (gnijezdila se na području Kopačkog rita krajem 19. stoljeća).

Patka lastarka je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Mužjak patke lastarke

Mi i životni prostor*

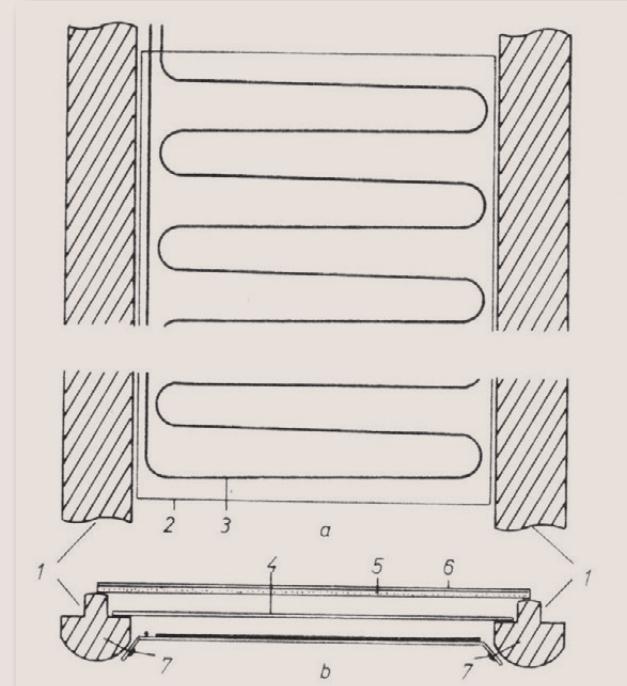
Dr. sc. Juraj Medvedović

Nakon terenskih istraživanja svojstava životnog prostora, mi istraživači prilikom objave rezultata prikazujemo podatke mjerena i opažanja u tablicama i grafikonima, opisujuemo njihovo značenje za biljni i životinjski svijet, rijetko za život ljudi. Nama šumarima se čini da to i nije naš zadatak, da nije ni poželjno pisati o našem doživljaju prostora u kojem smo istraživanje provodili.

Ponašamo se kao da smo izvan prostora kojega proučavamo. Isključujemo sami sebe, a pritom govorimo o međuviznosti prostora i živog svijeta u njemu. Stoga sam, nakon dugogodišnjeg istraživanja svojstava šumske vegetacije i prostora i tek nakon odlaska u mirovinu, shvatio da bi bilo bolje da samoga sebe vidim u prostoru istraživanja, da nisam samo puki promatrač, već i sudionik. Odlaskom u mirovinu, kada nemam radnih obveza, prisjetio sam se svojih doživljaja boravka u šumi na terenskim istraživanjima, prisjetio sam se da mi je bilo lijepo. Tada nisam o tome razmišljao, niti u potpunosti doživio, ali srećom ostalo je zapisano u sjećanju kako je bilo lijepo raditi među drvećem i pticama, stoga sam taj doživljaj odlučio zapisati ovde, u ovome članku i ispričati na izlaganjima. Bilo mi je lako zapamtiti doživljaje iz mladosti, jer sam „zaostao u starenju“. Nemam namjeru revidirati ni svoje, ni tuđe znanstvene rade, već mladim istraživačima poručiti da se prilikom mjerena na terenskim radovima osvrnu i na same sebe, da u rezultatima znanstvenih istraživanja navedu svoj osobni doživljaj boravka u istraživanom prostoru. Da sam onda kao aktivni istraživač opisao svoj doživljaj prostora, moji znanstveni radovi bi imali „ugodaj topline“ među „hladnim“ podacima mjerena. Sada znam da je moj doživljaj ljepote važna sastavnica ekosustava. Navedena sastavnica najmanje utječe na pojavu i opstanak života, ali zato najviše na njegov smisao.

Stoga sam izabrao tri glavne sastavnice, tj. komponente koje predstavljaju prostor, a to su **energija, metode očuvanja prirodnosti prostora i ljepota prostora**.

Energija Sunca je temeljni uvjet života na Zemlji. Neravnomjerno je raspoređena u prostoru i u godišnjim dobima, ali je „čista“ i nepotrošiva, pa je naše umijeće kako ju što bolje prihvati i koristiti, te na taj način smanjiti potrošnju energije iz drugih izvora, koji nerijetko onečišćuju prostor.



Sl. 1: Solarni kolektori, pogled odozgo i u presjeku

To se može postići izradom sakupljača energije sunca, pomoći solarnih kolektora, što je dobar **način očuvanja prirodnosti prostora**.

Odlučio sam i ja biti među onima koji pomoći kolektora sakupljaju energiju sunca pa sam u dogovoru sa svojom suprugom Darinkom izradio kolektore površine 21 m² i ugradio ih u kroviste naše kuće.

Na slici br. 1 prikazan je crtež kolektora, pogled odozgo i u presjeku. Energiju Sunca sam koristio za grijanje stambenog prostora i sanitарне vode, i to izravno, bez pretvorbe u neku drugu, npr. električnu energiju.

Danas neću opisivati kolektore, jer sam ih ranije opisao u svojoj knjizi **MOJ SOLARNI UREĐAJ**, objavljenoj 1989. godine u Zagrebu. Sakupljenom energijom Sunca u krovisti kuće i njenim prijenosom u unutrašnjost kuće, ušedio sam oko 25 % troškova za grijanje. U planu sam imao i zagrijavanje vode u bazenu za kupanje, (što nisam ostvario), a ušteda bi mogla biti i do 40 %, jer bih u tom slučaju imao

* Sadržaj ovog članka je pod drugim naslovom ispričan na predavanju u Hrvatskom šumarskom društvu 1.3. 2018. i učenicima viših razreda OŠ. J.J. Strossmeyer 22. 3. 2018. u kupoli Gradske knjižice, Starčevičev trg 6, Zagreb.



Foto. 1: Aerofotografija krovišta kuće s ugrađenim solarnim kolektorima

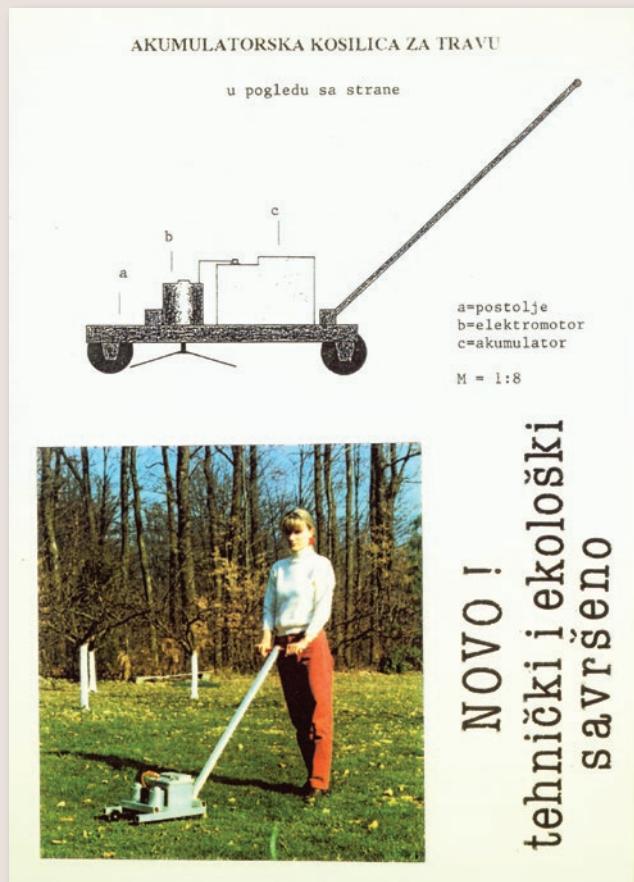
trostruku dobrobit – grijanje kuće zimi i hlađenje kuće u vrućim danima ljeta te grijanje vode u vanjskom bazenu za kupanje. Bio bi to značajan doprinos očuvanju čistoće šireg prostora. Iako se električna energija smatra čistom, ipak je njena proizvodnja ekološki štetna pa treba smanjivati potrošnju i brojnost elektrana. Na fotografiji br. 1 je prikazana kuća s kolektorima na krovu i sa bazenom eliptičnog oblika u izgradnji. Ova fotografija je snimljena iz zraka osobnim uređajem za aerofotografiiranje. Prototip uređaja izradio sam prema vlastitoj zamisli i dobio sam pravo na intelektualno vlasništvo u Patentnom zavodu u Zagrebu, 1999. godine i zlatnu plaketu na izložbi izuma **INOVA 2000.** godine u Zagrebu. To je doprinos očuvanju životne sredine, jer uređaj radi na mehanički pogon, bez utjecaja na okoliš.

Daljnji način očuvanja prirodnosti prostora je izrada i korištenje kosilice za travu, koju sam izradio prema vlastitoj zamisli, a sastoji se od postolja, dvaju elektromotoru s rotacionim noževima i akumulatora. Struja u akumulatoru se obnavlja energijom Sunca pomoću solarnog panela. Njena prednost pred drugim kosilicama je rad bez buke, lagana je, nema utjecaja na okoliš i nema opasnosti od strujnog udara. Prototip kosilice sam izložio na **INOVI 1997** te dobio srebrnu plaketu, a prikazana je i na televiziji u emisiji **EKOZONA 2015.** godine.

Do sada sam se "hvalio" svojim uspjesima, ali da nije bilo moje Darinke, ne bi se imao čime hvaliti.

Treća važna sastavnica našeg životnog prostora je ***ljepota.*** Najljepše su šume i cvijeće, gorje i riječne doline, more i jezera, ptice i ljudi.

Priroda ima svoje oblike, mirise i zvukove, osjećaju se i različita raspoloženja u pojedinim godišnjim dobima. Likovni umjetnici su oslikali prekrasne krajolike, među njima



Sl. 2: Prikaz sastavnih dijelova kosilice

i šumar Karlo Posavec, a svake se godine među šumarima održava natjecanje "Fotografije okom šumara". Među šumarima imamo i pjesnika kao što je Milan Krmpotić i drugi.



Foto. 2: Kosičica sa solarnim panelom za obnovu struje u akumulatoru

Glazbeni umjetnici su zvukove životnog prostora čak znali uglazbiti. Prekrasna je glazba "Četiri godišnja doba" talijanskog glazbenog velikana Antonia Vivaldija, a norveški glazbenik Edvard Grieg je glazbom dočaravao dijelove dana, kao npr. jutarnje raspoloženje. Jednom davno, jedan neuki mladić divio se zvucima vjetra u jarbolu i u užadi jedrenjaka, i poželio je oponašati te zvukove. Izradio je glazbeni instrument od drva i uspješno je oponašao zvukove vjetra, a onda i druge zvukove lijepih skladbi. Bio je to čuvani graditelj violina Antonio Stradivari.

Svi su veliki umjetnici i izumitelji svijeta imali izraženu moć zapažanja.

To je prirodnji dar, ali ga snagom volje može svatko od nas u sebi izgraditi u većoj ili manjoj mjeri. To se postiže tako, da se u šetnji prirodom prepustimo sebi samima i prostoru u kojem se nalazimo, oslobođeni misli na sve ono što tre-

nutno nije dobro u nama, ili oko nas, a pritom pažljivo promatramo živa bića i neživu materiju. Svugdje ima zanimljivosti pa čak i u pustinji, a i more je vodena pustinja – istraživana i opjevana. Što više upoznamo svijet oko sebe, to ćemo više upoznati sami sebe.

U jednom razdoblju svojega rada na proučavanju vegetacije imao sam, između ostalih i zadatka obilježiti biljne vrste u nacionalnom parku "Risnjak" u Gorskem kotaru. To sam radio tako da sam uz postojeću poučnu stazu Ljeska, pokraj biljaka postavljao pločice s njihovim imenima na latinskom i na hrvatskom jeziku.

Nakon višednevног rada, kada bih se vraćao u hotel na odmor i na noćenje, jednom mi je pristupio turist iz Rijeke, po struci pravnik, i rekao mi da je video pločice s biljnim nazivima. Pažljivo je čitao nazive i promatrao biljke te video kako su one različite. Svaka ima drukčiji izgled, veličinu, boju cvijeta, kao da imaju svoju dušu. Pa to su živi stvorovi, rekao je. Nikada do tada nije primijetio toliku ljepotu raznolikosti. Kada je otišao dalje, gdje još nije bilo pločica, prepoznao je mnoge biljke i doživio ih kao svoje "priateljice", kako mi je on rekao. Tek tada je upoznao prostor u kojem se nalazi, a godinama je dolazio u taj isti prostor kao izletnik.

To je dobar primjer kako se može upoznati životni prostor, a onda ga zavoljeti i zatim dati svoj doprinos njegovom očuvanju.

Svatko od nas može biti dobar ekolog ako i ne izradi solarne kolektore ili neke druge uređaje, ipak može dati doprinos životnom prostoru, tako da ga što bolje upozna, da druge navede na to da promatraju svijet oko sebe, da steknu vještini pronalaženja zanimljivosti pa kada u tome uspije, onda će biti zadovoljan samim sobom, a time i biti dobar ekolog.

Ako ćete čuvati životni prostor samo radi toga što ga trebamo, jer od njega imamo koristi, onda ćete biti sluge tog prostora. Ako ćete ga zavoljeti, onda ćete biti dio njega i u njemu uživati suživot. U suživotu se ljepše živi, a kada sam ja to doživio, napisao sam knjigu "*Ljepši život*" i objavio je 2013. godine uz finansijsku podršku Hrvatskog šumarskog društva i Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, na čemu im i ovom prilikom zahvaljujem, a zahvaljujem i dragim čitateljima i posjetiteljima predavanja, što su, osim fizički, bili i duhovno prisutni.

I za kraj, volimo prirodu, čuvajmo prirodu, a volimo i ljudе oko nas, jer i oni su dio prirode.

NEKE ZANIMLJIVOSTI IZ TRIGLAVSKOGA NACIONALNOGA PARKA

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

Triglavski nacionalni park (slo. Triglavski narodni park / TNP/) smješten je na području sjeverozapadne Slovenije u Julijskim Alpama. Jedini je nacionalni park u Sloveniji i u njemu vrijedi poseban zaštitni režim, koji je stroži od onih u ostalim zaštićenim područjima. Na području Parka prevladava visokogorski krš. Vegetacija u Parku je većinom alpska, ali su zbog blizine Jadranskoga mora i utjecaja sredozemne klime na jugozapadnom dijelu Parka prisutne i biljke iz tih područja. Park ima površinu od 83.807 ha. Njegova najviša točka je Triglav (2864 m), a najniža točka je tok gorskoga potoka Tolminka (180 m). Park je dobio ime po Triglavu, najvišem slovenskom planinskom vrhu, koji se nalazi u središtu Parka.

Zamisao o nacionalnom parku dobila je skupina ljudi u službenom razgledu, na prijedlog seismologa i prirodoslovca Albina Belara u kolovozu 1908. godine, dok su počeli doline triglavskih jezera. Do ostvarenja Belarovoga prijedloga nije došlo, jer za to nije postojala pravna podloga. Tadašnji zakonski propisi nisu dopuštali ograničavanje ispaše, te nije došlo do ostvarenja Belarove zamisli da to područje postane prvi nacionalni park u Europi. Odsjek za zaštitu prirode i prirodnih spomenika Muzejskoga društva 1920. godine predložio je Pokrajinskoj vladi za Sloveniju zahtjev za uspostavu zaštićenih parkova. Na osnovi toga osnovan je 1924. godine na površini od 1400 ha Alpski zaštićeni park, za što je bio zaslужan tadašnji Odsjek za zaštitu prirode i prirodnih znamenitosti i Slovensko planinarsko društvo, ali samo na 20 godina. Ime Triglavski nacionalni park je 30. svibnja 1926. godine prvi puta spomenuto profesor Fran Jesenko u dnevniku »Jutro«, pri čemu je govorio o njegovim znamenitostima. Po isteku dvadesetogodišnjega ugovora ponovno su se pojavili interesi za ispašu i nedorečenost u svezi s proglašenjem parka. Narodna skupština Narodne Republike Slovenije je dana 26. svibnja 1961. godine prihvatile Odluku o proglašenju Doline Triglavskih jezera nacionalnim parkom pod imenom Triglavski nacionalni park, površine 2000 ha. Proširenje Triglavskoga nacionalnog parka bilo je prihvaćeno 27. svibnja 1981. godine Zakonom o Triglavskom nacionalnom parku, površine od čak 83.807 ha.

U Triglavskom nacionalnom parku spajaju se dva velika sliva i to rijeke Soče koja utječe u Jadransko more, te rijeke

Save koja teče prema Dunavu, odnosno Crnom moru. Na tom terenu gorskoga krša nalaze se i brojni stalni slapovi, a najbrojniji su na Soći i njenim pritocima. Slap Boka (ukupne visine od 144 m) nalazi se na jednom od pritoka Soče i jedan je od najveličanstvenijih slapova u Sloveniji (nije najveći), koji u proljeće kad ima dosta vode ima širinu 18 m i izravan pad vode od 106 m.

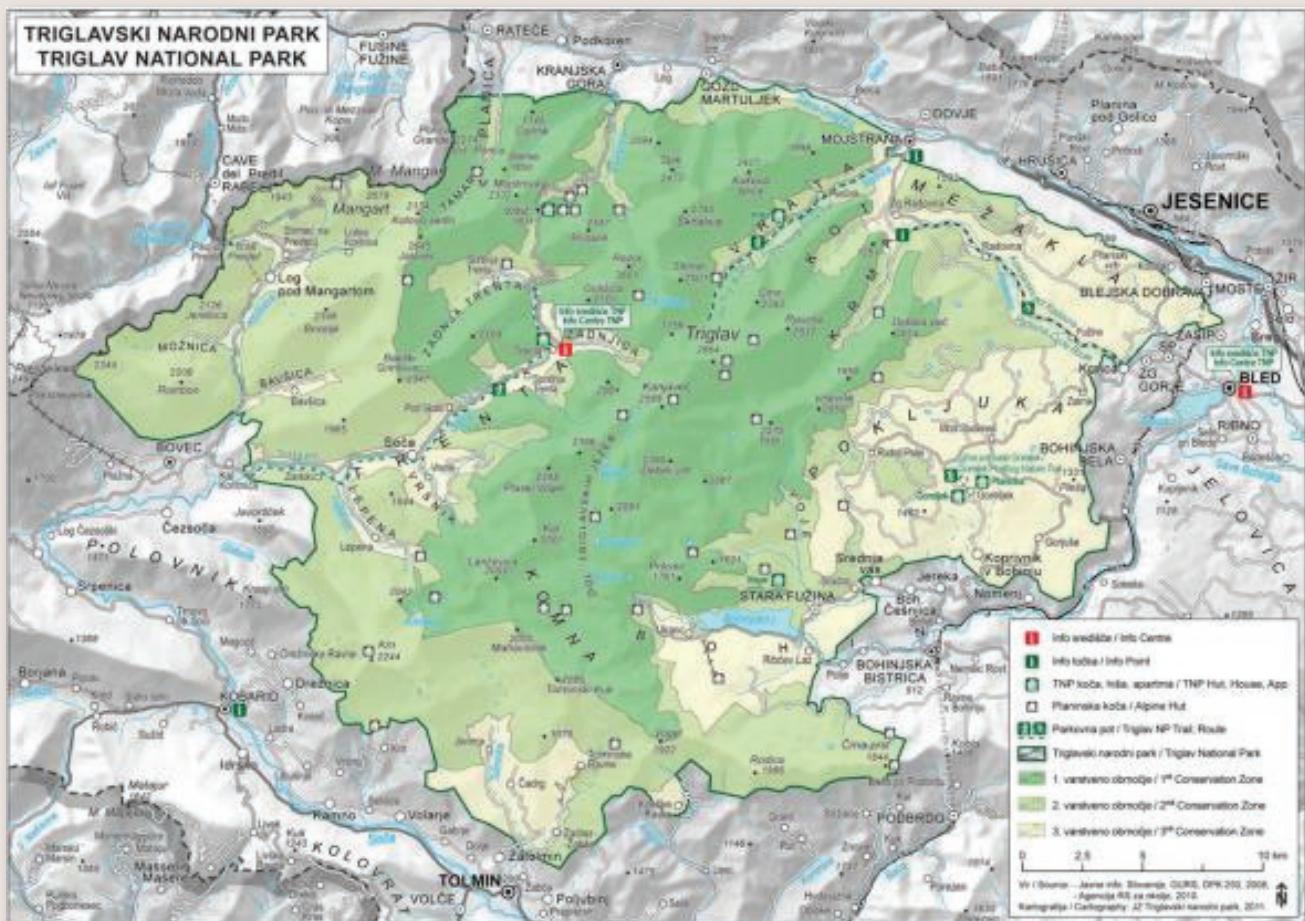
Najveće jezero Parka je Bohinjsko jezero koje je tektonsko-ledenjačkoga postanka. Poznata su i manja triglavска jezera. Jedno među njima je i Črno jezero, od kuda ponire voda prema slapu Savice. Visoko u planinama su Kriška jezera i Krnsko jezero.

Na području Parka postoji velika raznolikost ekosustava. Obuhvaća floru i faunu visokoga gorja koja je oštra, dok je u dolinama klima prihvatljivija za živi svijet. Na južnoj strani Parka na pojedinačnim mjestima pojavljuje se i utjecaj mora.

Velik dio Parka čine karbonati krša iz gornjega trijasa. Morfologiju najviše čini glacijalni te krški reljef. Brojne su jame u kršu koje vode i 1 km duboko u masiv. Razvoj visokogorskih jama je tjesno povezan s pleistocenskim ledenim dohom. Prve jame su istraživane dvadesetih godina prošloga stoljeća te ih je sad u Parku zabilježeno ukupno 637.

U prošlosti su se ljudi na području Parka bavili obradom željezne rude i ugljenom, čuvanjem goveda i proizvodnjom sira te šumarstvom. Fužinske planine su alpsi pašnjaci na oko 1000 m n.v. koji su izravno povezani s mjestima Studor v Bohinju i Stara Fužina u općini Bohinj, a u kojima stanovnici ovih naselja i danas napasaju svoju stoku, kako su to radili od prapovijesti. Današnji čovjekov utjecaj je pretežito sezonski, a poseban utjecaj ima i turizam (planinarenje).

Alpski botanični vrt Alpinum Julianum smješten je uz cestu Bovec-Trenta. Prvi je i jedini alpski botanički vrt u Sloveniji. Osnovao ga je Albert Bois de Chesne (1871-1953) 1926. godine uz pomoć drugih stručnjaka i botaničara (Henri Correvon, Lino Vaccari i Julius Kugy). Većina biljaka je iz istočnih i zapadnih Julijskih Alpa, furlanskih brda, s krša i predalpskih livada, a neke su iz susjednih Karavanki i Kamniških Alpi. Vrt se nalazi na oko 800 m n. v. i na površini od 2572 m². Nakon 2. svjetskoga rata mijenjale su se uprave



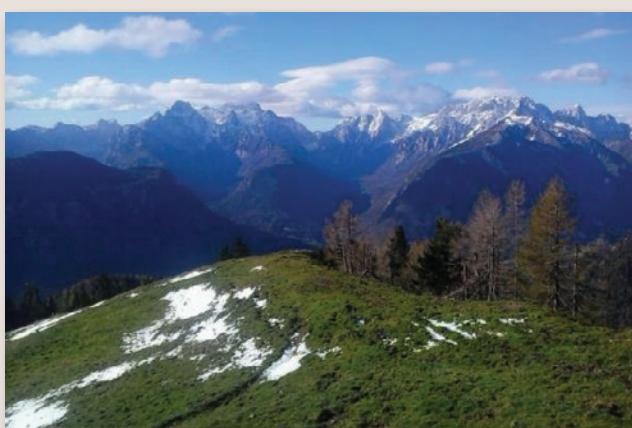
Slika 1. Karta Triglavskoga nacionalnoga parka.

i Vrt je bio relativno zapušten, da bi sredinom 20. stoljeća vrt bio obnovljen i od 1962. godine se nalazi pod upravom Prirodoslovnoga muzeja Slovenije.

Danas se u Vrtu nalazi oko 600 različitih vrsta vaskularnih biljaka. Neke vrste drveća rastu još od osnivanja Vrta (smreka, ariš, obični jesen i bukva). Botanički vrt ima biljke razvrstane po nadmorskoj visini (od dolina do planinskih

vrhova). U Vrtu se nalaze i biljke koje su iz udaljenijih krajeva (zapadne Alpe, Pirineji, Apenini, Atlas i Kavkaz). U Vrtu su prisutni brojni grmovi hrvatske sibireje.

Životinjski svijet Parka je vrlo raznovrstan, a najznačajnije vrste su – alpski kozorog (*Capra ibex* Linnaeus, 1758), alpska sjeverna divokoza (*Rupicapra rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758), obični jelen (*Cervus elaphus* Linnaeus,



Slika 2. Pogled na Triglav (2864 m.n.v.) i susjedne planine (desno, drugi vrh u Sloveniji Škrlatica 2740 m.n.v.) s Karavanki.



Slika 3. Izvor rijeke Radovne, u pozadini vrhovi nad dolinom Vrata.



Slika 4. Planinarski dom i kapelica na Kredarici (2515 m), lijevi vrh je Mali Triglav (2725 m), a desni Triglav (2864 m).



Slika 5. Kula od lima na vrhu Triglava (Aljažev stolp).

1758), europska srna (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), a još se javljaju europski muflon (*Ovis gmelini musimon* Pallas, 1811), srednjeeuropski tetrijeb gluhan (*Tetrao urogallus major* Linnaeus, 1758), tetrijeb ruševac (*Tetrao tetrix* Linnaeus, 1758), suri orao (*Aquila chrysaetos* Linnaeus, 1758), obična lisica (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758), bijeli zec (*Lepus timidus* Linnaeus, 1758), alpska snježnica (*Lagopus mutus* Montin, 1781) i dr. Također su vrlo brojne zmije otrovnice – riđovka (*Vipera berus* Linnaeus, 1758) i poskok (*Vipera ammodytes* Linnaeus, 1758).

Šumskogospodarske i lovnogospodarske aktivnosti (uključujući i lov) su u Parku dopuštene s izuzetkom I. zone (tamnozeleno na karti, slika 1). U toj zoni vrijedi i najstroži režim ostalih djelatnosti, npr. gradnja objekata, širenje postojećih objekata i dr. Da se u Prku dobro gospodari vidljivo je po dobroj obnovi šuma i po velikoj brojnosti lovne divljači, a posebno divokoze, jelena i srne. Populacije divljači su stabilne, osim velikoga tetrijeba (zbog promjene klime i staništa) i kozoroga (uginuća od šuge i slab genetski potencijal zbog maloga broja i podrijetla cijele populacije koja potječe iz maloga broja jedinki doseljenih iz Gran Paradisa, sjeverozapadna Italija).



Slika 6. Slap Perčnik kod Mojstrane, na ulazu u dolinu Vrata.



Slika 7. Crni kukurijek (*Helleborus niger* L.), u pozadini je dolina Krme pozadi lijevo Mali (2132 m) i desno Veliki (2243 m) Draški vrh.



Slika 8. Najjužnije visoko tresetište u Europi – Visoko barje Gorenjek (Pokljuka).



Slika 9. Točila na najvišem cestovnom prijevoju Vršič u Sloveniji (1611 m n.v.).



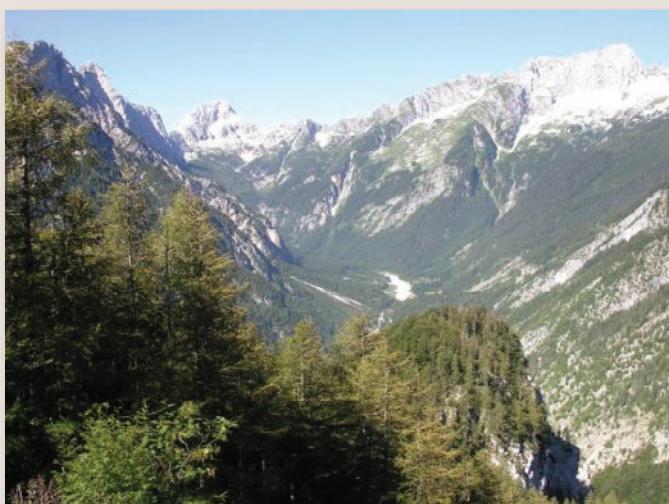
Slika 12. Ulaz u Alpski botanički vrt Alpinum Juliana, Triglavski nacionalni park (oko 800 m n.v.).



Slika 10. Sastojina europskoga ariša (*Larix europaea* L.) na prijevoju Vršič.



Slika 13. Kluzijev srčanik (*Gentiana clusii* Perr. et Song.).



Slika 11. Pogled na dolinu Trenta s prijevoja Vršič.



Slika 14. Planinčica (*Trollius europaeus* L.).



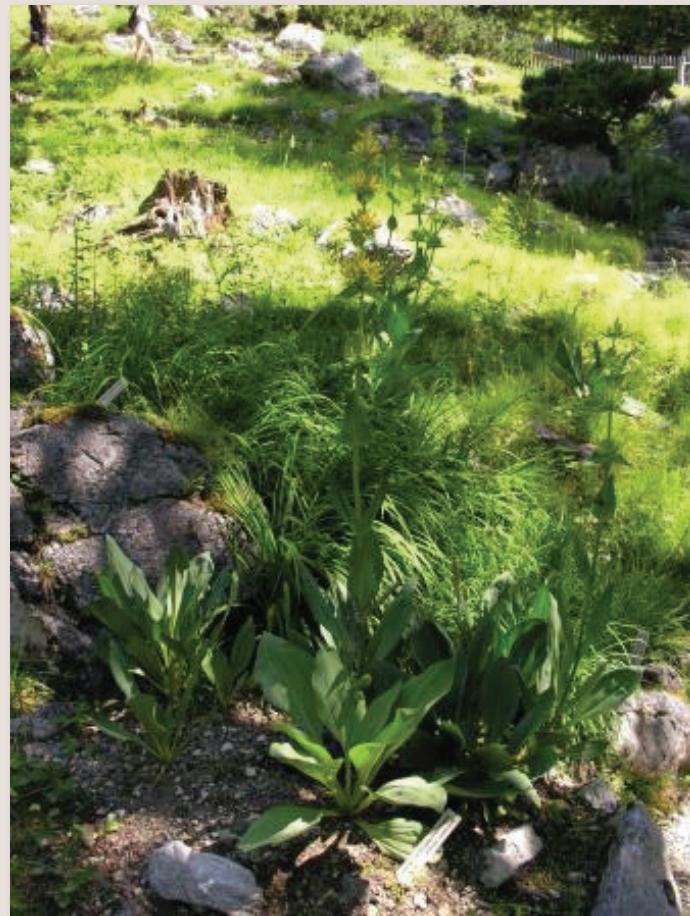
Slika 15. Endemična kitnjasta zečica (*Physoplexis comosa* /L./ Schur).



Slika 18. Osmerolatični drijas (*Dryas octopetala* L.).



Slika 16. Planinski runolist (*Leontopodium alpinum* Cass.).



Slika 19. Žuti srčanik (*Gentiana lutea* L.).



Slika 17. Dlakavi sleč (*Rhododendron hirsutum* L.).

Obični jelen se u zdnjih nekoliko godina naglo širi i već ga ima i na staništima divokoze, koja se zbog toga povlači u više predijele. Između 1970-2000. godine broj divokoza bio je izrazito smanjen zbog uginuća od šuge, a danas je populacija stabilna.



Slika 20. Zvjezdastocvjetni sunovrat (*Narcissus radiiflorus* Salisb.).



Slika 21. Alpski kozorog (*Capra ibex* Linnaeus, 1758) oko 2000 m n.v.



Slika 23. i 24. Srednjeeuropski tetrijeb gluhan – mužjak i ženka (*Tetrao urogallus major* Linnaeus, 1758).



Slika 22. Alpska sjeverna divokoza – jarac (*Rupicapra rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758).



Slika 25. Tetrijeb ruševac – mužjaci (*Tetrao tetrix* Linnaeus, 1758).

Slika 26. Riđovka (*Vipera berus* Linnaeus, 1758).Slika 27. Poskok (*Vipera ammodytes* Linnaeus, 1758).

PREGLED PISANJA ODABRANIH ČASOPISA U REDAKCIJSKOJ RAZMJENI ŠUMARSKOG LISTA

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING

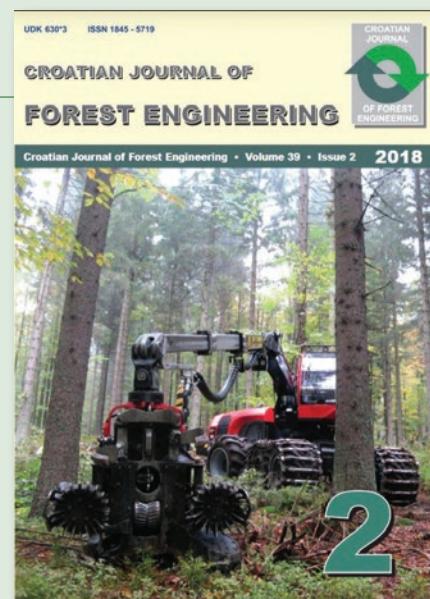
Volume 39 No.2 (2018)

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Uključivanje egzogenih čimbenika u procjenu tehničke učinkovitosti posade forestera postupkom analize višefaznih podataka (Okey Francis Obi, Rien Visser)

Produktivnost, učinkovitost i utjecaji na okoliš sječe cijelih stabala u španjolskim šikarama koristeći mobilni cirkular/usnopljivač (Eduardo Tolosana, Raffaele Spinelli, Giovanni Aminti, Ruben Laina, Ignacio López-Vicens)

Istraživanje točnosti duljine trupaca i učinkovitosti harvester-a u obradi hrastovih stabala (Piotr S. Mederski, Mariusz Bembenek, Zbigniew Karaszewski, Zenon Pilarek, Agnieszka Łacka)



Utjecaj vremena sječe i broja okretaja motora harvester-a na oštećenje drva bora od šiljaka valjaka hvatača (Zbigniew Karaszewski, Agnieszka Łacka, Piotr S. Mederski, Mariusz Bembenek)

Praćenje vučne snage u radu velikim forvaderima s vitolom u Britanskoj Kolumbiji (Omar Mologni, Peter Dyson, Dzhamal Amishev, Andrea Rosario Proto, Giuseppe Zimbalatti, Raffaele Cavalli, Stefano Grigolato)

Mobilni hidraulički viličar za uporabu u malim šumskim operacijama (Václav Štícha, Jaroslav Holuša, Roman Sloup, Jan Macků, Jiří Trombík)

Produktivnost i troškovna analiza privlačenja drveta na strim terenima u Tajlandu (Nopparat Kaakkurivaara, Tomi Kaakkurivaara)

Proizvodnja drvne sječke iz ostataka pri sjeći pod uvjetom ograničenja prostora (Matevž Mihelč, Raffaele Spinelli, Anton Poje)

Dinamički pritisci tla uzrokovani mobilnim šumskim strojevima (Milan Marušiak, Jindřich Neruda)

Usporedba metoda uzorkovanja koje se koriste za ocjenu gustoće šumskog tla (Ahmad Solgi, Ramin Naghdi, Eric R. Labelle, Petros A. Tsioras, Ali Salehi)

Žilavost i otpornost korijena nekoliko vrsta drveća i grmova u šumi Hyrcanian, Iran (Ehsan Abdi)

Modeliranje propadanja kolnika šumske ceste pomoću logističke regresije i umjetnih neuronskih mreža (Mohammad Javad Heidari, Akbar Najafi, Seyedjalil Alavi)

Trenutačno stanje i poboljšanje mogućnosti obuke šumarskih radnika u Hrvatskoj (Matija Landekić, Ivan Martinić, Matija Bakarić, Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky, Mario Šporčić)

Ekonomski posljedice različitih pristupa gospodarenju jednodobnim jelovim šumama (Karlo Beljan, Stjepan Posavec, Juro Čavlović, Krunoslav Teslak, Thomas Knoke)

Kvaliteta opožarenog drva alepskog bora (Pinus Halepensis Mill.) pri proizvodnji biomase (Alan Antonović, Damir Baraćić, Jaroslav Kljak, Josip Ištvanić, Tomislav Podvorec, Juraj Stanović).

GOZDARSKI VESTNIK

Vol. 76 • br. 3

UVODNIK

Vrijeme za pravodobnu sanaciju u vjetrolomu oštećene smreke ističe (Mitja SKUDNIK)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Problematika prirodnog pomlađivanja autohtonih vrsta drveća u poplavnim šumama duž rijeke Mure (Aleksander MARINŠEK, Lado KUTNAR, Danilo BELAK, Boštjan MALI)

PREGLEDNA ZNANSTVENA RASPRAVA

Daljinsko prepoznavanje invazivnih biljaka (Domain OVEN)

STRUČNA RASPRAVA

Online informacijski sustav MojGozdar.si (Matevž TRIPLAT, Mitja PIŠKUR, Nike KRAJNC)



ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

Početak projekta ROSEWOOD (Polona HAFNER, Jožica GRIČAR)

O prednostima i zamkama drvenih konstrukcija na radionici »Žaštita, ugradnja i uporaba vanjskog drva« (Tina DROLČ)

Šumarska natjecanja u zimi 2018 (Janez KONEČNIK)

Tragovima Lovrenče Pleške, apsolventa prve slovenske šumarske škole u Snežniku (Tomaž KOČAR)

Janko POTOČNIK, 1931-2018 (Hubert DOLINŠEK)

Vol. 76 • br. 4

UVODNIK

Kada ćemo stvarno biti u stanju obuzdati motorizirana vozila u prirodnom okruženju? (Mitja SKUDNIK)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Procjena zaštitnog djelovanja šume protiv bujičnih tokova (Gal FIDEJ, Matjaž MIKOŠ, Jernej JEŽ, Špela KUMELJ, Jurij DIACI)

Procjena fenološkog stanja stabala u nizinskim poplavnim šumama pomoću satelitskih podataka (David HLADNIK)

Problem vožnje s motornim vozilima u prirodnom okolišu na primjeru Pohorja (Peter ZAJC, Jernej BERZELAK, Jurij GULIČ, Sebastjan ŠTRUC, Ljudmila MEDVED, Branko GRADIŠNIK)

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

Prodajna cijena drva na kamionskoj cesti (Tina JEMEC, Mitja PIŠKUR)

Ubrzana sanacija državnih šuma oštećenih vjetrom (Slovenski državni gozdovi d.o.o. (SiDG))

Podlubnik ili lubadar? (Andreja KAVČIČ)

Košarkaški turnir (Boštjan ŠKRLEP)

Vol. 76 • br. 5-6**UVODNIK**

Da li otkupna cijena drva stabala oštećenih potkornjakom odražava korisnost njihova drva? (Mitja SKUDNIK)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Svojstva drva stabala oštećenih potkornjakom (Miha HUMAR, Davor KRŽIŠNIK, Boštjan LESAR)

PREGLEDNA ZNANSTVENA RASPRAVA

Pregled svojstva šumskih tla, relevantnih za oštećenja tla tijekom rada na šumi (Primož BRATUN, Milan KOBAL)

STRUČNA RASPRAVA

Josip Koller - začetnik pošumljavanja krša crnim borom (Franc PERKO)

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

Inovativne alohtone vrste prijete našim šumama - LIFE ARTEMIS projekt (Simon ZIDAR, Maarten de GROOT)

LIFE DINALP BEAR projekt za integrirano upravljanje i zaštitu mrkog medvjeda u sjevernim Dinaridima i Alpama (Nives PAGON et al.)

Udruga većih šumskih gospodarstava - kratka prezentacija za stručnu javnost (Staš JAVORNIK, Aleš KADUNC)

Belgijski šumari u Sloveniji proveli vježbe doznake (Kristina SEVER)

Tri važna šumara između Pohorja i Kozjaka: dr. Max WRABER (Ljudmila MEDVED)

Vol. 76 • br. 7-8**UVODNIK**

Kome su sve namijenjeni planovi upravljanja šumama? (Mitja SKUDNIK)

Planiranje upravljanja šumama jučer, danas, sutra (Marko Kovač)

STRUČNA RASPRAVA

Slovensko planiranje upravljanja šumama na raskrižju: povijest planiranje upravljanja šumama (prvi dio) (Marko KOVAČ)

PREGLEDNA ZNANSTVENA RASPRAVA

Slovensko planiranje upravljanja šumama na raskrižju: analiza sadašnjeg sustava (drugi dio) (Marko KOVAČ)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Prijedlog o organizaciji nacionalnog inventara šuma za međunarodno i domaće izvještavanje o održivom gospodarenju šumama (Mitja SKUDNIK, David HLADNIK)

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

Drvene prirodne vrednote u lokalnoj jedinici Slovenj Gradec (Žiga REPOTOČNIK)

Tradicionalni susret čuvara šuma u Lendavi (Barbara Piškur, Nikica OGRIS, Drago TRAJBER, Marijana MINIĆ).

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA / Italian Journal of Forest and Mountain Environments**Vol 72, No 5 (2017)**

Uvodni govor na Nacionalnom kongresu silvikulture. Firenca, 1954 (Generoso Patrone)

Proizvodni potencijal i upravljanje šumama četinjača u Italiji (Valerio Quatrini, Walter Mattioli, Raoul Romano, Piermaria Corona)

Vol 72, No 6 (2017)

Talijanska šumska proizvodnja u europskom i svjetskom scenariju na pragu 21. stoljeća (Sergio Incoronato)

Primjena kriterija i pokazatelja održivog upravljanja šumama PEFC certifikata: dvije studije slučaja na Siciliji (Emanuela Lombardo, Federico Maetzke)

Čovjek i okoliš. Zaštita u kasnom srednjem vijeku za brdsko-planinska područja Apenina Marche regije. Prvi dio: općinski statuti Sefro i Fiastra (Vittorio Gualdi)

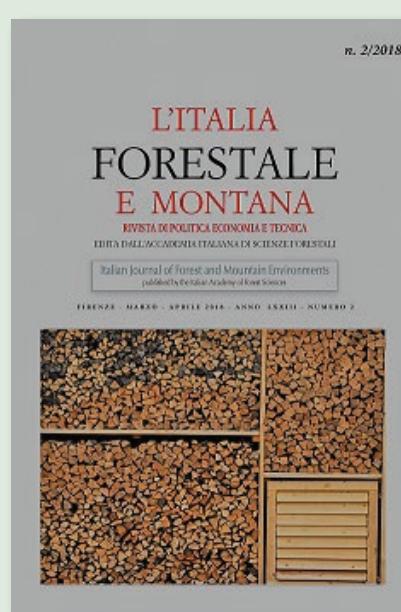
Vol 72, No 1 (2018)

Kakvo šumarstvo za 21. stoljeće? (Orazio Ciancio)

Vol 72, No 2 (2018)

Inauguriranje 67. akademske godine talijanske akademije znanosti o šumama - Izvješće predsjednika o radu Akademije (Horace Ciancio)

Inauguriranje 67. akademske godine talijanske akademije za šumarstvo - Pozdravne riječi (Alessandro Manni, Marco Marchetti, Sandro Pieroni, Davide De Laurentis, Alessandra Stefani)



Ključna uloga šuma u razvoju Tertium quid (Marc Palahi)
 Problemi i budućnost statistike šumarstva u Italiji. Okvir ISTAT istraživanja u Nacionalnom statističkom programu (Sonia Marongiu, Roberto Gismondi)
 Čovjek i okoliš. Srednjovjekovna događanja od velike važnosti u povijesti šuma Južne Italije (Vittorio Gualdi).

LEŠNE PRACE BADAWCZE / Forest Research Papers

Lešne Prace Badawcze, 2018, Vol. 79 (1)

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Procjena širenja na veće udaljenosti pasjeg trna (*Hippophaë rhamnoides* L.) na unutrašnjoj hrpi jalovine rudnika Bejchatów

Sadržaj klorofila a i klorofila b u listovima vrsta podstojne etaže u šumama hrasta i graba u stepama u zapadnoj Ukrajini

Evaluacija koridorske metode za uzgoj hrasta (*Quercus* sp.) na primjeru istraživačkih objekata u šumskim okruzima Mircze i Kościan

Anomalije temperature zraka u pokušnim šumama u Rogowu 1924.-2015

Prostorna varijabilnost tokova CO₂ na livadama i šumskim tlima u zapadnom dijelu Wznieśienia Łódzkie

Utjecaj raspršenja atmosferskog svjetla na mjerjenja refleksije tijekom fotogrametrijskih letova na niskim nadmorskim visinama iznad šumskih područja

Određivanje pretvorbenih faktora za šume borova i smreke srednje veličine

Ciljevi šumarske politike u Poljskoj u svjetlu aktualnih ciljeva šumarstva u Europi: Dio 1. Procesi šumarske politike u Europi

PREGLEDNI ČLANCI

Pojava životinja u fragmentiranim šumskim staništima - važni čimbenici u plohami i krajoliku.

Lešne Prace Badawcze, 2018, Vol. 79 (2)

Utjecaj klimatskih uvjeta i onečišćenje zraka na radijalni rast običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Szczecinskim gradskim šumama

Vitkost stabala u staništima bagrema

Sastav prehrane vuka (*Canis lupus* L.) u Wigry National Parku

Učestalost i debljina snježnog pokrova u podnožju masiva Babia Góra u zimskim godinama 1960/61 do 2014/15

Varijabilnost higroklimatskih uvjeta šumske vegetacije u Poljskoj tijekom razdoblja 1951-2015

Odabrane osobine jelovih češera (*Abies alba* Mill.) u kontekstu procesa pridobivanja i kvalitete sjemena

Trčanje u šumskim područjima - analiza aktivnosti koje produzimaju državne šume

Ciljevi šumarske politike u Poljskoj u svjetlu aktualnih ciljeva šumarstva u Europi: Dio 2. Prioritet šumarske politike u Europi Biljne zajednice doline rijeke Czerwona Woda (nacionalni park Stołowe Mountains).

KRATKI PRILOZI

Obrazovni aspekti struke "operator šumskog stroja" s obzirom na rezultate istraživanja.

Lešne Prace Badawcze, 2018, Vol. 79 (3)

Ciljevi šumarske politike u Poljskoj u svjetlu aktualnih ciljeva šumarstva u Europi: Dio 3. Europski prioriteti za šumarsku politiku u poljskim programima i strategijama

Promjene u sintetskom indeksu održivog upravljanja šumama na razini regionalnih uprava državnih šuma u razdoblju od 1993. do 2013. godine

Utjecaj priobalne šume na toplinske uvjete malih nizinskih potoka tijekom ljeta

Dinamika gustoće, sastav prehrane i produktivnost populacije običnog kobca (*Accipiter nisus* L.) u središnjoj Poljskoj

Grupiranje šišmiša u fragmentiranim šumskim kompleksima kod Rogova (središnja Poljska)

Utjecaj početne napetosti na oštricu lančanih pila i učinkovitost rezanja

Utjecaj relativne vlage na požare u šumama Srednje Poljske Aspekti reprodukcije *Clathrus archeri* (Berk.) prolazak re-situ metodom u Nacionalnom parku prirode Hutsulshchyna.

PREGLEDNI ČLANAK

Procjena učinkovitosti u upravljanju šumama - pregled literature.

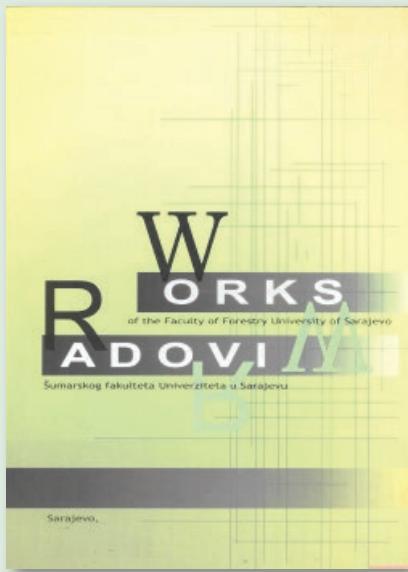
RADOVI ŠUMARSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U SARAJEVU / WORKS OF THE FACULTY OF FORESTRY UNIVERSITY OF SARAJEVO

Volume 47, Issue 1

Antioksidacijski kapacitet i sadržaj fenola ekstra kata lišća i kore *Fraxinus ornus* L. i *Fraxinus pennsylvanica* Marsch. (Tahirović, A., Bašić, N., Avdibegović, S.)

Komparativna analiza strukture, mrtvog drveta i florističkog sastava prašume i gospodarske šume bukve i jele na planini Bjelašnici (Višnjić, Č., Vojniković, S., Balić, B., Mekić, F., Ivojević, S.)

Analiza šumskih kamionskih puteva u cilju planskog otvaranja šuma na području GJ Gornja Rakitnica, ŠGP Trnovsko (Sokolović, Dž., Halimić, N., Gurda, S., Bajrić, M., Halilović, V., Knežević, J., Hodžić, A.)



Određivanje fenola i antioksidacijske aktivnosti plodova *Rosa canina* L. različitim ekstrakcionim sustavima (Tahirović, A., Bašić, N.)

Utjecaj boniteta staništa i određenih taksacijskih elemenata na razvoj neprave srži bukve u šumskim odjeljenjima 107. G.J. Gostelja i 47. G.J. Srednja Drinjača (Gurda, S., Sokolović, Dž., Knežević, J., Hajdarević, S., Avdibegović, J.)

Određivanje antioksidacijske aktivnosti tri vrste familije Lamiales primjenom Briggs-Rauscher reakcione metode (Nefić, Š., Gojak — Salimović, S.)

REVUE FORESTIERE FRANÇAISE

RFF – Numéro 4–5 – 2017

Posebno izdanje: drevne šume

Povijesna ekologija i kontinuitet stanja šuma - koncepti, razvoj i istraživanje

Stoljetno širenje francuskih šuma, pretežito potaknuto po većanim rastom zaliha, ne pokazuje nikakav znak zasićenja

Nacionalna metodologija za geo-referenciranje i vektoriziranje Etat-Major, 1:40000 terenska skica

Koji se izvori za mapiranje trebaju koristiti za definiranje povijesne uporabe zemljišta u Francuskoj ?

Čimbenici koji određuju promjenu šumskog pokrova od 1860. godine u regionalnom parku Luberon i posljedice za distribuciju današnjih šuma

Dugoročne promjene u šumskim pejzažima u pet nacionalnih parkova u metropolijanskoj Francuskoj i budućnost Champagne and Bourgogne nacionalnog šumarskog parka

Flora drevnih šuma Središnjeg masiva

Kontinuitet šume nije glavni čimbenik za biološku raznolikost u šumama sjevernih Predalpa

Slučaj drevne linearne šume u ruralnim krajobrazima - od neprepoznavanja drevnih živica do proučavanja njihove raznolikosti biljaka

Rekonstrukcija dinamike šuma pomoću spektroskopske analize organskih tvari u tlu na blisko-infracrvenom spektru - primjer Elmerforsta, napuštene srednjovjekovne lokacije (Haut-Rhin, Francuska)

Metoda identifikacije i karakterizacije kontinuitet šuma na temelju šumskih arhiva

Intra-šumske prakse u Avesnoisima od 14. do 17. stoljeća - primjer šume Mormal (Sjeverna Francuska)

Stvaranje zdravstvenog zapisa za drevne šume iz arhiva, kako bi bolje razumjeli njihovu biološku raznolikost i njihovu razinu prirodnosti

Istraživanje pedoloških zapisa za rekonstrukciju drevnih šumskih praksi

Bercé prije šume - početni nalazi iz korištenja drevnih karata i podataka Lidara u šumi Bercé (Sarthe)

Tradicijsko upravljanje drevnim šumama u Walloniji (Belgija),

Drevnost - izgledi za očuvanje šuma.

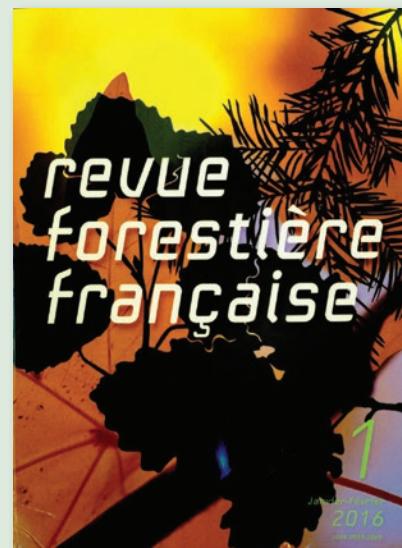
RFF – Numéro 6 – 2017

Zaštita i korištenje genetskih resursa u Francuskoj

Planinski borovi (*Pinus uncinata* Ram., *P. mughus* Scop., i povezani) od Jura do istočnog Prealpa preko Lorene i Češke

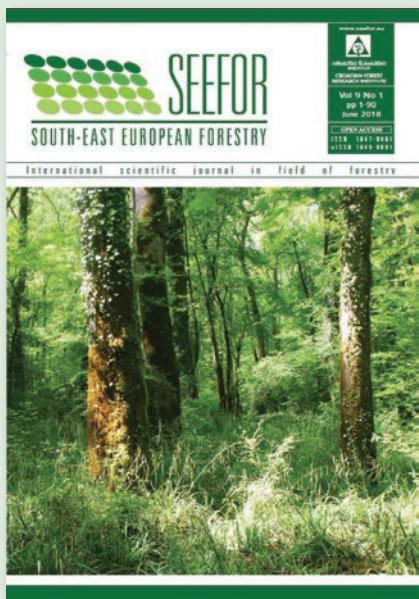
Od područja biološke raznolikosti do preferencija očuvanja - perspektiva na temelju ne-tržišne ekonomske procjene

Jelen - Ekološki i povijesni pristup u masivu Vosgesa. Dio II



SOUTH-EAST EUROPEAN FORESTRY (SEEFOR)

SEEFOR Vol 9 No 1 (2018)



IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Šumska vegetacija drveća tvrdog drva duž rijeke Mirne u Istri (Hrvatska) (Vukelić J, Korijan P, Šapić I, Alegro A, Šegota V, Poljak I)

Prinos sjemena i morfološke varijacije bukvice u četiri populacije bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj (Gavranović A, Bogdan S, Lanščak M, Čehulić I, Ivanković M)

Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u klonskim plantažama u Hrvatskoj, procijenjena pomoću nuklearnih i kloroplastičnih mikrosatelita (Katičić Bogdan I, Kajba D, Šatović Z, Schüler S, Bogdan S)

Korelacija veličine ploda s morfofiziološkim svojstvima i klijavošću sjemena oskoruše (*Sorbus domestica* L.) (Drvodelić D, Oršanić M, Vuković M, Jatoi Ma, Jemrić T)

Regeneracija bora u uvjetima zagadivanja magnezitom u južnom Uralu, Rusija (Mohnachev P, Menshikov S, Makhniov S, Zavyalov K, Kuzmina N, Potapenko A, Ayan S, Laaribya S)

Mjerenja tla u kontekstu planiranja operacija sječe i promjenjivih klimatskih uvjeta (Đuka A, Poršinsky T, Pentek T, Pandur Z, Janeš D, Papa I)

Potrošnja goriva forvardera u nizinskim šumama hrasta lužnjaka (Pandur Z, Šušnjar M, Baćić M, Lepoglavec K, Nevezcerel H, Đuka A)

Praćenje zdravstvenog stanja stabala u Park šumi Maksimir pomoću metoda daljinskog mjerenja (Zagoranski F, Pernar R, Seletković A, Ančić M, Kolić J).

SYLWAN

Radi velikog obima prispjelih brojeva ovog časopisa u nastavku dajemo samo informativni pregled naslova članaka u vrlo grubom prijevodu za brojeve 11(2017) do 8(2018). Zainteresirani mogu detaljnije pogledati članke koji bi ih ev. zanimali na <https://sylwan.lasy.gov.pl>

Wybrany zeszyt: 2018_9

Šišmiši kao potencijalni biološki agensi za kontrolu štetočina u šumi

Vrijednost drva odabranih sastojina bukve i jele na planinama Beskidy

Rezultati preliminarnih istraživanja genetske varijacije i genetske diferencijacije između populacija briješta (*Ulmus glabra* Huds.) u Poljskoj

Količina i vrijednost drva bagrema i duglazije u državnim šumama u Poljskoj

Sadržaj Cu, Mn i Zn u tlima intenzivnih stanja praćenja u sjevernjoj i središnjoj Poljskoj

Odabrani aspekti privatnog upravljanja šumama u Poljskoj

Prostorna diferencijacija turističke i rekreativske infrastrukture u državnim šumama u Poljskoj

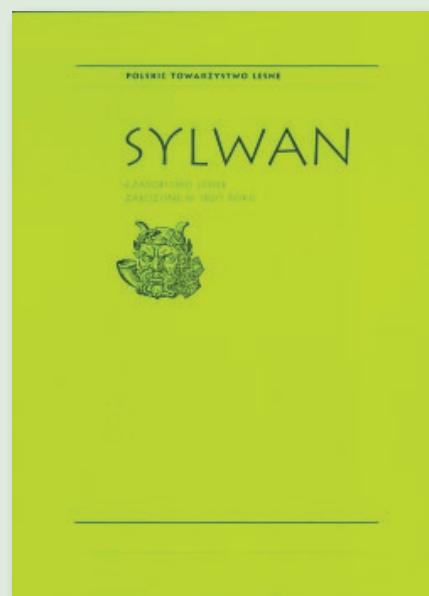
Obrazovna suradnja šumskih okruga državnih šuma s perspektive parkova prirode

Zahtjevi za rekreativom jahanjem u poljskim šumama.

Wybrany zeszyt: 2018_8

Procjena oštećenja šuma uzrokovanog olujom u kolovozu 2017., koristeći Sentinel-2 satelitske podatke

Utjecaj strategije zaštite šuma na pojavu Ips typographus (L.) u dolini Kościeliska u Nacionalnom parku Tatra



Prostorna autokorelacija biometrijskih obilježja stabala smreke u planinskim staništima

Utjecaj mehaničke pripreme na svojstva tla na području čiste sjče

Načela upravljanja šumama u kontekstu brige za zajedničko dobro i javno zdravstvo u Poljskoj

Toponimi i areal drveća - studija slučaja distribucije bukve u Poljskoj

Utjecaj zalihe u sastojinama bora na utvrđivanje optimalne dobi ekonomске rotacije

Udio i točnost procjene ostataka prerade u ukupnoj količini dobivenog drva

Šumska biomasa kao obnovljivi izvor energije - posljedice za šumarstvo

Drvene vrste koje se koriste u gradnji i proizvodnji svakodnevnih predmeta na području Kieleccyzna od kraja 17. stoljeća do početka 20. stoljeća.

Wybrany zeszyt: 2018_7

Mogućnosti samoizrade malih sortimenata u komercijalnim proredama u sastojinama bora, smreke, bukve i breze

Utjecaj malih rezervoara vode u šumama na radikalni prirast stabala

Dendroklimatološka analiza radikalnih prirasta invazivnih vrsta *Acer negundo* L. i *Fraxinus pennsylvanica* Marshall u dolini rijeke Warta

Šume četinjača u Europi - tradicija, trenutni status i perspektive

Prostorna distribucija drvnog otpada u Europi

Zimska prostorna raspodjelu jelena Dama dama u borealnoj šumi

Postavljaju li alternativne metode sadnje hrastovih sastojina povoljne uvjete za *Collembola* vrste?

Procjena broja ličinki melolonthine u zamkama od piljevine u mladim plantažama bora (*Pinus sylvestris* L.)

Zaštitne šume u Poljskoj – pregled povijesti u odnosu na Evropu

Atraktivnost događanja u šumama Poljske i Češke.

Wybrany zeszyt: 2018_6

Metode za određivanje volumena breze (*Betula pendula* Roth)

Utjecaj *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. na radialnom rastu stabla *Pinus sylvestris* L.

Upotrebljivost podataka OpenStreetMap u šumama

Odabrani aspekti održivog korištenja šuma s obzirom na program održivog razvoja – poljski primjer

Trendovi duljine toplinske vegetacije u sjeveroistočnoj Poljskoj

Učinak srebrnih i bakrenih nanočestica na rast i kontrolu slabljenja bolesti bora (*Pinus sylvestris* L.) u rasadniku Spychowo

Utvrđivanje profila hlapivih metabolita proizvedenih iz *Trametes versicolor* izolata koji su antagonistički prema *Armillaria* spp.

Čistine u šumskim ekosustavima: oblikovanje, distribucija, ekološka važnost i preporuka za zaštitu.

Wybrany zeszyt: 2018_5

Promjene u šumama planine Bieszczady

Šumske površine u Poljskoj na temelju nacionalnog inventara šuma

Problem masovnog odumiranja smreke u Šumskom promotivnom kompleksu "Białowieża Forest"

Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) poljskih provenijencija u eksperimentima osnovanim 1993. godine u šumskim okruzima Oleszyce i Baligród

Primjena ITGL-a u procjeni post-poljoprivrednih tala s prirodnom regeneracijom breze

Učinkovitost Mimic 240 LV u zaštiti bora *Pinus sylvestris* L. protiv kukuljica *Lymantria monacha* L. i lutki *Dendrolimus pini* L.

Širina pojasa procjenjivača distribucije DBH u sastojinama crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) iz zapadnog dijela Sandomierz bazena

Šumske karte poljskog kraljevstva u središnjem arhivu povijesnih zapisa u Varšavi.

Wybrany zeszyt: 2018_4

Kakvoća podstojnih hrastova ispod krošnja borovih sastojina
Točnost procjene mase jele na osnovi pretvorbenih faktora volumena – težine

Biološka raznolikost zajednice gljiva na iglicama borova zaraženih jesenskim propadanjem iglica

Dinamika resursa mrtvog drveta u Świnia Góra strogom prirodnom rezervatu

Društvene sklonosti vezane uz trčanje kao oblik aktivnog korištenja slobodnog vremena

Sudjelovanje javnosti u planiranju upravljanja u privatnim šumama

Smrtnost beskranježnjačke faune na pješačkim stazama ovisno o njihovoј širini i položaju

Sastav hrane zvijeri u Nacionalnom parku Gorce

Procjena tla iz Starog grada u Ščećinu kao potencijalnog šumskog staništa pomoću indeksa trofizama šumskog tla

Wybrany zeszyt: 2018_3

Utjecaj vrste šumskog staništa na dohodak od ranih i kasnih pozitivnih proreda

Nagib staništa smreke u Beskid Šląskim gorama

Meteorološki uvjeti nastanka štete od vjetra od 11. do 12. kolovoza 2017. u šumama središnje zapadne Poljske

Sastav i sukcesija vrsta drveća u Nacionalnom parku Białowieża
Prilagodba srebrne i bijele jele na klimu nizina u zapadnoj Poljskoj

Utjecaj uzgojnih radova na produktivnost jestivih gljiva u šumi
Sadržaj bioaktivnih spojeva u jestivim divljim gljivama

Utjecaj metode sječe i sastava sječke na njihovu kalorijsku vrijednost i sadržaj pepela.

Čimbenici koji određuju aktivnost srne.

Wybrany zeszyt: 2018_2

Metodološke pretpostavke za ekonomsku analizu u planiranju gospodarenja šumama

Određivanje standardne razine administrativnih troškova u šumskim okruzima na temelju sintetskih indeksa poteškoća u upravljanju

Promjene u šumskom području pod upravljanjem državnih šuma koje proizlaze iz razvoja javne cestovne infrastrukture

Stanje osposobljenosti i opremljenosti operatora motorne pile koja se koristi za sječu u poljskim šumama

Akumulacija makro- i mikronutrijenata u iglicama bijelog bora na staništima crnogoričnih šuma

Propadanje drva crne johe *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. od micelijsa Ganoderme lucidum (Curtis) P. Karst. u laboratorijskim uvjetima

Mogućnost uključivanja Sobibor šume u mreže staništa ptica i posebnih područja zaštite.

Wybrany zeszyt: 2018_1

Utjecaj odabranih svojstava tla na site indeks hrasta lužnjaka u Miedzzyrzec šumskom području

Promjene cijena, volumena i vrijednosti sirovina drvne građe prodane od strane državnih šuma

Makroglijive pronađene na crnoj johi *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. pokazuju znakove odumiranja

Usporedba genetske varijabilnosti borova i njihovih potomaka iz rasadničke proizvodnje temeljene na analizama DNA

Procjena uvođenja *Carya ovata* (Mill.) K.Koch u potencijalno stanište hrasta i graba u šumskoj oblasti Czerniejewo.

Wybrany zeszyt: 2017_12

Białowieża Forest kao biotehnološka žarišna točka

Glacijani refugij u Europi: što znamo o povijesti suvremenih biljnih i životinjskih vrsta

Odziv vegetacije na površinsku vatu u borovoj šumi Peucedano-Pinetum W. Mat. (1962) 1973. u Nacionalnom parku Kampinoski

Karakteristike drveća gniježdenja crnog djetlića u šumi Augustów

Praktični problemi utvrđivanja iznosa najamnina šumskih zemljišta zakupljenih za potrebe ceste na primjeru šumske četvrti Kudupy

Analiza obuhvata podataka u evaluaciji učinkovitosti šumskih područja

Varijabilnost opterećenja i bruto težina vozila u transportu drva

Profitabilnost pošumljavanja poljoprivrednog zemljišta u okviru Programa ruralnog razvoja.

Wybrany zeszyt: 2017_11

Optimiziranje razdoblja ophodnje s gledišta sekvestracije ugljika

Točnost odabranih metoda za određivanje volumena borgovog drveta

Prirodno sušenje drva na mjestu sječe

Procjena točnosti metode zaliba šumskog područja temeljeno na stratificiranom uzorkovanju

Odabir elitnih plus stabala bora i ariša za uspostavljanje 1,5 generacijskih sjemenskih nasada

Ispitivanje vodljivosti sjemena bora (*Pinus sylvestris* L.) i duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) za procjenu klijavosti sjemena

Primjena bliske infracrvene spektroskopije pri izračunavanju trofičkog indeksa tla

Korištenje površina listopadnog drveća od djetlića u dominantno borovin šumskim područjima u jugoistočnoj Poljskoj

Važnost kutija za gniježdenje ptica u šumskim područjima - studija slučaja Nacionalnog parka Wielkopolski.

Napomena: Kako časopisi izlaze na različitim jezicima, često sa djelomičnim ili problematičnim prijevodima sažetaka ili sadržaja, moramo se ogradići od točnosti prijevoda naslova, pa ih dajemo samo orientacijski, da bi naši čitatelji bar otprilike mogli pratiti o čemu časopis piše. Zainteresiranim svakako preporučujemo korištenje originalnih materijala na webu časopisa. Relativno ažurne linkove na sve časopise možete pronaći na stranicama www.sumari.hr/biblio na linku ČASOPISI U RAZMJENI.

KARLOVAČKI OGRANAK HRVATSKOGA ŠUMARSKOGA DRUŠTVA SVEČANO OBILJEŽIO 65 GODINA RADA

Mr. sc. Ivan Grginčić, Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

Povodom 65 godina rada Hrvatskoga šumarskog društva ogranka Karlovac, u karlovačkom Gradskom kazalištu „Zorin dom“, 11. travnja 2018. održana je svečana akademija. Nazočni su bili brojni uzvanici: predsjednica Gradskog vijeća grada Karlovca mr. sc. Marijana Tomičić, načelnik općine Ribnik Željko Car, voditelj Uprave šuma Podružnice Karlovac Marin Svetić kao izaslanik predsjednika Uprave Hrvatskih šuma d.o.o. Krunoslava Jakupčića, akademik Slavko Matić, predsjednik Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky i tajnica Komore Silvija Zec, gosti iz središnjice HŠD-a predsjednik Oliver Vlainić, dopredsjednik prof. dr. sc. Ivica Tkivić i tajnik mr. sc. Damir Delač, kao i gosti iz brojnih lokalnih institucija, ustanova, udruga, tvrtki, obrta i susjednih ogranaka HŠD-a s kojima se najintenzivnije surađuje te članovi Ogranka među kojima i nekoliko najstarijih, čije članstvo seže u same početke djelovanja Ogranka pedesetih godina 20. stoljeća: Ivan Mrzljak, Stjepan Mikuc, Ivan Puškar i Vlado Lemić kojima treba dodati i Anicu Mrzljak koja se nije mogla odazvati skupu. (slika 1)

U svom pozdravnom govoru izaslanik Uprave Hrvatskih šuma Marin Svetić istaknuo je dosadašnju dobru suradnju Ogranka Karlovac s UŠP Karlovac te obećao i nastavak takve suradnje. Predsjednica karlovačkoga Gradskog vijeća Marijana Tomičić zahvalila se Ogranku na inicijativi za imenovanje dviju šetnica u arboretumu Šumarske i drvodjeljske



škole Karlovac po karlovačkim šumarima Franji Šporeru i Jurju Lipovšćaku, što je Gradsko vijeće i prihvatio.

Predsjednik Ogranka mr. sc. Ivan Grginčić u svom obraćanju nazočnima prošao je kroz proteklih šest i pol desetljeća djelovanja Ogranka ovim riječima: (slika 2)

„Kad govorimo o 65 godina rada karlovačkog ogranka, važno je napomenuti da je Hrvatsko šumarsko društvo osnovano prije 172 godine, točnije davne 1846. godine. S ponosom se prisjećamo ovog događaja, jer je jedan od inicijatora i osnivača bio uvaženi šumar, Karlovčanin Franjo Šporer. Inače, ovaj veliki šumarski stručnjak i veliki domoljub, iako rodom iz Karlovca, tijekom svoje bogate šumarske službe nikada nije radio na karlovačkom području.

Hrvatsko šumarsko društvo ponajprije ima ulogu promocije i popularizacije šumarske struke, a ujedno otvoreno i kritički ukazuje na nedostatke u struci i svemu vezanom sa strukom s ciljem poboljšanja. Može se reći da je Društvo



savjest struke. Svojim stavovima želi biti glasnogovornik brojnim šumarima koji ponajprije samozatajno rade u šumama diljem Lijepe naše. Mnogobrojne generacije ostavile su svoj pečat u prirodnim i potrajno gospodarenim šumama kojima se danas dičimo na skoro polovici površine Republike Hrvatske.

Karlovački ogranač Hrvatskoga šumarskog društva osnovan je u ožujku 1953. godine pod nazivom Šumarski klub Karlovac. Osnivač i prvi tajnik Kluba bio je Dragutin Majer. Klub je brojio 25 članova, od čega 13 šumarskih inženjera i 12 šumarskih tehničara. Tijekom 65 godina djelovanja Ogranač je mijenjao imena do 1998. godine od kada nosi današnji naziv. Intenzivnija djelovanja Ogranka odnose se na razdoblja od 1956. do 1969. godine i od 1996. do 2018. godine. Malo više od posljednja dva desetljeća stabilno i kontinuirano djeluje unutar Hrvatskoga šumarskog društva kao jedinstvene udruge, ali i unutar zajednice kojoj pripada na prostoru od Duge Rese do Topuskog i od Žumberka do Plitvičkih jezera. Od osnutka, na čelu Ogranka izmijenilo se devet predsjednika, od kojih većina u više mandata: Nikola Vrančić, Ferdinand Šulentić, Stjepan Lukačić, Ivan Mrzljak, Stjepan Mikuc, Mladen Tonković, Dujo Pavelić, Oliver Vlainić i Ivan Grginčić.

U svojim redovima okuplja ponajprije inženjere i tehničare šumarstva i drvene tehnologije, ali i stručnjake drugih struka koji su zaposleni u tim djelatnostima. Među 19 ogranača Hrvatskoga šumarskog društva, koji ukupno imaju 2.579 članova, najbrojniji smo ogranač s trenutno 332 člana. Većina članova zaposlena je u Hrvatskim šumama d.o.o. Upravi šuma Podružnica Karlovac, a dio i u ostalim organizacijskim jedinicama Hrvatskih šuma. Ostali članovi zaposleni su u obrazovnim i znanstvenim institucijama (Šumarska i drvodjelska škola Karlovac, Drvodjelska škola Zagreb, Veleučilište u Karlovcu, Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko i Šumarski fakultet Zagreb), licenciranim šumarskim obrtimima i trgovackim društvima, ministarstvima, javnim ustanovama za zaštitu prirode, te ostalim organizacijama. Značajan broj članova su i umirovljenici koji su radili u šumarstvu. Ovom prilikom zahvaljujem se svim generacijama članova, koji su svojim djelovanjem kroz punih 65 godina stvarale i razvijale Ogranač te zadužile buduće generacije da ostvare bar jednako, ako ne i više, a sve u svrhu boljšta šume i šumarstva.

Ogranač Karlovac pripada među najaktivnije ogranače Društva. Svake godine organiziramo razne aktivnosti za svoje članove (stručna usavršavanja, predavanja, radionice, okrugle stolove, stručno-turističke izlete i ekskurzije, eko-loške i radne akcije te kulturne i sportske aktivnosti), ali i edukativno-promidžbene aktivnosti za pripadnike raznih dobnih skupina, od djece najmanjeg uzrasta do umirovljenika (projekt „Škola u šumi, šuma u školi“, foto izleti, likovne kolonije, izložbe fotografija i slika). Ogranač je ta-

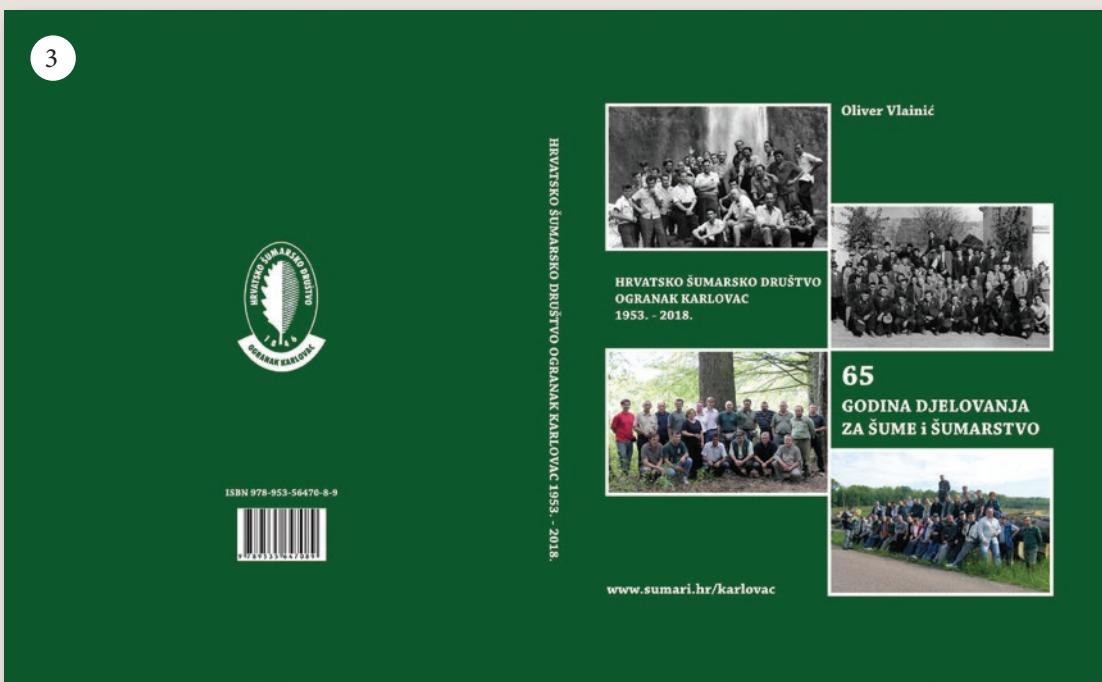
kođer ostvario suradnju s raznim institucijama i udrugama ponajprije iz područja ekologije i zaštite prirode. U publističkom dijelu izdao je nekoliko knjiga, kataloga i brošura. Ima vlastitu knjižnicu s velikim brojem knjiga i časopisa koji su na raspolaganju članstvu. Knjižnica i arhiva Ogranka smješteni su u prostorima Šumarskog kluba, koji Ogranku služi za nesmetan rad. Na vlastitoj internetskoj stranici (<https://sites.google.com/a/sumari.hr/karlovac/Home>) zapisani su brojni podaci o Ogranku, tekstualno i fotografiski zabilježene mnoge aktivnosti, ali i povijest djelovanja Ogranka koja se zapravo stvara i povećava svake godine.

Organizirali smo postavljanje šest spomen-ploča, najviše od svih ogranača Hrvatskoga šumarskog društva, a u planu imamo postavljanje još njih nekoliko. Inicijatori smo imenovanja šetnica po poznatim šumarima Franji Šporeru i Jurju Lipovšćaku u Karlovcu. Želja nam je i imenovanje Trga karlovačkih šumara, budući se Karlovac smatra količevkom hrvatskoga šumarstva, u kojemu je osnovana prva uprava šuma 1765. godine. Od te godine, s manjim prekidima, uvijek je u Karlovcu postojala organizirana šumarska institucija koja je vodila brigu o šumama užeg i šireg područja Karlovcu, ponekad čak i do Jadranskog mora.

Dozvolite mi da uputim nekoliko riječi pozdrava, izraza zahvalnosti onima koji su pomogli u organizaciji ovoga skupa, onima koji su dali finansijsku potporu i time omogućili održavanje istog, te vama dragim sudionicima koji ste se odazvali pozivu na sudjelovanje u obilježavanju jubilarne 65. godišnjice kontinuiranog rada karlovačkog ogranka Hrvatskoga šumarskog društva. Našu zahvalu na pomoći danas ćemo iskazati zahvalnicama koje ćemo uručiti podupirateljima i suradnicama. Također ćemo priznajima zahvaliti i vlastitim članovima, osobama i institucijama bez kojih puno toga ne bi bilo napravljeno čime se danas ponosimo. Čestitam svima danas nagrađenima, s nadom da ćemo u sljedećim obljetnicama moći zaplijeskat novim generacijama koje će stasati u krilu Ogranka i Društva. Svim članovima čestitam obljetnicu.

Na kraju, želja mi je, uz rečeno, podijeliti s vama neskrivenu radost i ponos ovoga velikog događaja – 65 godina rada za šume i šumarstvo karlovačkog ogranka Hrvatskoga šumarskog društva.“

Na svečanoj akademiji prezentirano je tiskano i digitalno izdanje knjige „Hrvatsko šumarsko društvo ogranač Karlovac 1953. - 2018. / 65 godina djelovanja za šume i šumarstvo“. Prezentaciju knjige napravio je dugogodišnji predsjednik i sadašnji tajnik ogranka Karlovac Oliver Vlainić, koji je autor i urednik knjige. Knjiga je nastala višegodišnjim radom na prikupljanju podataka i istraživanju obimne arhivske građe o povijesti Ogranka, kako samog autora, tako i ostalih članova karlovačkog ogranka HŠD-a. Stvana je u razdoblju od 2013. do 2018. godine. Nastala je na temelju prvih tekstova o povijesti Ogranka iz 1996. (povo-



dom 150 godina HŠD-a) i 2003. godine (članak u Šumarskom listu povodom 50 godina Ogranka). U biti je nastavak istraživanja povijesti šumarstva karlovačkog područja nakon izdane monografije „Šumsko gospodarstvo Karlovac 1960. – Uprava šuma Podružnica Karlovac 2010.“ koja je stvarana između 2007. i 2012. godine. Predstavlja doprinos svim šumarskim obljetnicama posljednjih godina: 250 godina hrvatskoga šumarstva 2015. godine, 170 godina HŠD-a i 120 godina izlaženja Šumarskog lista 2016. godine te 120 godina izgradnje Hrvatskoga šumarskog doma i početka rada današnjeg Šumarskog fakulteta u njemu 2018. godine. Prvo izdanje je izašlo u 25 primjeraka u digitalnom tisku. Elektroničko izdanje knjige postavljeno je na web stranicu Ogranka www.sumari.hr/karlovac. Knjiga ima 256 stranica,

1 kartu, 11 tablica, 399 fotografija (38 crno-bijelih fotografija i 361 kolor fotografija). Sastoje se od 4 osnovna poglavlja: razdoblje 1846. – 1952. godine, razdoblje 1953. – 2018. godine, podaci o ogranku i aktivnosti kroz fotografije. U prvom poglavlju opisana je povijest HŠD-a od osnutka 1846. godine do 1952. godine kada počinje decentralizacija Društva osnivanjem šumarskih klubova u mjestima s razvijenijim šumarstvom i drvnom industrijom. Tada je Grad Karlovac bio „podupirajući član“ Hrvatsko-slavonskoga šumarskog društva punih 40 godina od 1878. (6 forinti) do 1917. godine (20 kruna). Najznačajniji šumar Karlovčanin u tom razdoblju bio je Franjo Šporer, rodom s Dubovca – današnje četvrti Karlovca, suosnivač HŠD-a, promicatelj šumarskog obrazovanja u Hrvatskoj, konstruktor dendro-





5

metra i pisac najstarijeg djela o šumarstvu na hrvatskom jeziku izdanog u Karlovcu. Za razdoblje od 1876. do 1926. godine prikazano je 10 značajnijih šumara koji su djelovali na karlovačkom području. U drugom poglavlju opisano je djelovanje u 6 podrazdoblja od osnutka Ogranka 1953. godine do danas. Dva najaktivnija razdoblja djelovanja Ogranka bila su 1956. – 1969. i 1996. – 2018. godine. U trećem poglavlju nalaze se podaci o članovima Ogranka, tijekom Ogranka kroz povijest, održanim skupštinama, dodjelenim priznanjima i održanim predavanjima. Posljednje četvrti poglavlje prikaz je aktivnosti od 2000. do 2018. godine kroz fotografije. (slika 3)

Autor se zahvalio svima koji su pomogli svojim foto materijalima i prisjećanjima na davne događaje – ponajprije nekadašnjim predsjednicima Ogranka mr. sc. Ivanu Mrzljaku, Stjepanu Lukačiću i Duji Paveliću. Također se zahvalio recenzentima knjige dr. sc. Karlu Beljanu, tajnicima HŠD-a Hranašlavu Jakovcu i mr. sc. Damiru Delaču na dobro namjernim sugestijama u cilju poboljšanja knjige. Želja je nastaviti s dalnjim istraživanjem povijesti karlovačkog šu-

marstva i publiciranjem novih tema. Za kraj je istaknuo jednu zanimljivost: prije par dana dobio je prvu fotografiju šumske lokomotive na Petrovoj gori – upornost i strpljenje u traženju nakon više od 10 godina potrage donijela je rezultat, dok za sada nije pronađena fotografija predratne zgrade Šumarije Topusko.

U završnom dijelu akademije uručene su medalje, priznanja i zahvalnice, koje su dodijelili predsjednik Ogranka Ivan Grginčić te dopredsjednici Tomislav Katić i Dorica Matešić.

Dodijeljeno je 60 zahvalnica sljedećim osobama, tvrtkama i institucijama: AB studio dizajn Barjaković Karlovac, Ante ugostiteljsko-šumarski obrt Duga Resa, Autoprijevoznički obrt Vuksan Lasinja, Autopromet d. d. Slunj, Babić Arbor d. o. o. Viškovo, Botanik Karlovac, Božo Žilić Jastrebarsko, Car design Ribnik, Cedar d. o. o. Kastav, Cortex d. o. o. Karlovac, Digitalni tisak Karlovac, DIR - Drvna industrija Rubinić d. o. o. Jastrebarsko, Drvoproizvod d. d. Jastrebarsko, Drvošped d. o. o. Karlovac, Ena d. o. o. Karlovac, FM Karlovac, Forest Jastrebarsko, Foto klub „Klik“ Sveta Nedjelja,



6

G.M.T. Mario Žeger Karlovac, Geomin d. o. o. Zagreb, Gerard d. o. o. Vrbovsko, Gradska knjižnica „Ivan Goran Kovačić“ Karlovac, GTP Šoštarić Jastrebarsko, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije, Hrvatsko šumarsko društvo ograna Bjelovar, Hrvatsko šumarsko društvo ograna Požega, Hrvatsko šumarsko društvo ograna Zagreb, Igor Čepurkovski, Japa d. o. o. Slunj, Javna ustanova „Natura Viva“ Karlovac, Javna ustanova „Zaštitna prirode“ Popovača, KA Travel d.o.o. Karlovac, Kolečaj j. d. o. o. Barilović, Lovački dom Muljava, Marta Janeš Butina, Nacionalni park Plitvička jezera, Obrt za marketing „Mario“ Severin na Kupi, Obrt za usluge u šumarstvu „Mali“ Karlovac, Općina Barilović, Općina Ribnik, Općina Vojnić, Orah d. o. o. Ozalj, Poljoprivredna zadruga Belaj, Požgajec d. o. o. Desna Martinska Ves, PPS Galeković Mraclin, Restoran Žganjer Jaškovo, Rips Karlovac, Rudy Karlovac, SIP Žganjer Ozalj, „Srce prirode - Srakovčić“ Ribnik, Studentski centar Karlovac, Šerif export-import d. o. o. Zagreb, Šumarstvo i sječa šuma Stjepan Šebečić Ozalj, Tehnodiv-servis Križevci, Tiskara & Copy centar Žalac Karlovac, Udruga „Zraka“ Draganić, Unima d. o. o. Karlovac, Zdravko Bijonda i Zelenilo d. o. o. Karlovac. (slika 4)

Priznanja organizacijskim jedinicama Ogranka, koje su za laganjem svojih članova najviše doprinijeli radu Ogranka tijekom godine, dobili su za 2014. godinu Šumarija Topusko, za 2015. godinu Šumarija Duga Resa, za 2016. godinu Šumarija Duga Resa i za 2017. godinu Stručne službe UŠP Karlovac.

Priznanje – srebrni prsten s poveljom za nesobičan rad, zalaganje i višegodišnje aktivno sudjelovanje u radu Ogranka dobili su Alen Benković, Krunoslav Bišćan, Dragana Bjelac, Marica Britvec Šetek, Vlatka Conjar, Vesna Frketić, Mario Jazbec, Nikola Magdić, Predrag Magdić, Josip Maradin, Vesna Martišković, Dorica Matešić, Sanja Perić, Zdravko Petretić, Željko Rendulić, Mirna Sertić i Marin Svetić. (slika 5)

Ogranak je još početkom 2007. godine donio svoj Pravilnik o odličjima i priznanjima. Na temelju pravilnika do sada su dodjeljivane zahvalnice i priznanja, ali nikada i odličja. Pravilnikom je uvedena medalja „Franjo Šporer“ u spomen na jednoga od suoasnivača Hrvatskoga šumarskog društva 1846. godine, inače rođenoga u Karlovcu 1806. godine. To je posebno priznanje članovima Hrvatskoga šumarskog društva, osobama i institucijama koji svojim radom ostvaruju ili su ostvarili posebne rezultate u djelatnosti Hrvatskoga šumarskog društva i struke u trajanju od najmanje 10 (brončana medalja), 15 (srebrna medalja) i 20 godina (zlatna medalja). Prvi put u povijesti Ogranka brončane medalje zaslužili su Ana Bašić, Mario Jazbec, Predrag Magdić, Dorica Matešić, Marinko Matešić, Lucija Vargović, Ines Paunović i Dujo Pavelić. Srebrne medalje Josip Bezjak,

Dubravko Halovanić, Tomislav Katić, Tomislav Kranjčević, Milan Orešković, Zvonko Pinušić, Dubravka Rade Jagaš i Mile Radočaj te zlatne medalje Ivan Grginčić, Vesna Rukavina, Zoran Sabljarić, Oliver Vlainić, Hrvatske šume d.o.o. Uprava šuma Podružnica Karlovac, Hrvatsko šumarsko društvo, Šumarija Slunj te Šumarska i drvodjelska škola Karlovac. U ime svih nagrađenih zahvalio se voditelj UŠP Karlovac Marin Svetić. (slika 6)

U kulturnom dijelu akademije nastupili su mladi glazbenici Tomislav Špehar na violinu i Filipa Špehar na glasoviru, koji su izveli tri skladbe te učenik Šumarske i drvodjelske škole Karlovac Bojan Kljajić s recitalom pjesme Milana Krmpotića „Oprezno koračaj šumom“.

Na kraju je upućena čestitka svim nagrađenima, s nadom da ćemo u sljedećim obljetnicama moći zapljeskati novim generacijama koje će stasati u krilu Ogranka i Društva, kao i neskrivena radost i ponos ovoga velikog događaja – 65 godina rada za šume i šumarstvo karlovačkog ogranka Hrvatskoga šumarskog društva. Domjenak za sve sudionike održan je u prostoru restorana upravne zgrade UŠP Karlovac, koji su pripremili vrijedni djelatnici lovačkog doma Muljava.

Vezano za obilježavanje obljetnice Ogranka je i aktivnost imenovanja dviju karlovačkih šetnica po imenima karlovačkih šumara Franji Šporeru i Jurju Lipovšćaku. Ogranak je 3. studenoga 2017. uputio karlovačkom Gradskom vijeću prijedlog s obrazloženjima za imenovanje šetnica u arboretumu Šumarske i drvodjelske škole Karlovac. Gradsko vijeće grada Karlova na svojoj sjednici održanoj 27. ožujka 2018. donijelo je rješenje o imenovanju šetnica sa sljedećim obrazloženjem Povjerenstva za gradska znakovlja, imenovanja i preimenovanja javnih prostora i objekata u gradu Karlovcu: „Zaprimaljen je podnesak Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Karlovac s prijedlogom za imenovanje šetnica u arboretumu Šumarske i drvodjelske škole u Karlovcu po šumariima Franji Šporeru i Jurju Lipovšćaku. Šetnica Franje Šporera obuhvaća prostor pješačka staze od ulaza na parkiralište Uprave šuma Podružnice Karlovac Hrvatskih šuma, do Ruskog puta prema ulazu u Zvjezdnu pokraj Doma za starije i nemoćne „Sveti Antun“. Pješačka staza Jurja Lipovšćaka obuhvaća prostor od zgrade Šumarske i drvodjelske škole Karlovac, do raskrižja Ruskog puta s Ulicom Frana Kurelca i Putem Davorina Trstenjaka. F. Šporer i J. Lipovšćak bili su istaknuti stručnjaci u području šumarstva i šumarskog obrazovanja, stoga je prostor arboretuma uz Šumarsku i drvodjelsku školu Karlovac najprikladnije mjesto za odavanje priznaja njihovom djelovanju.“

Otvorenje šetnica zbilo se 16. svibnja 2018. u arboretumu Šumarske i drvodjelske škole Karlovac, koji povezuje prostor škole s upravnom zgradom UŠP Karlovac. Prilikom otvorenja Šetnice Jurja Lipovšćaka nazočne je pozdravila

ravnateljica škole Đurđica Janjanin, a ispred zgrade UŠP Karlovac, gdje je otvorena Šetnica Franje Šporera, uzvanicima se obratio voditelj UŠP Karlovac Marin Svetić. Obje šetnice je otvorio gradonačelnik Karlovca Damir Mandić. (slika 7 i 8) U svom obraćanju zahvalio se karlovačkom ogranku Hrvatskoga šumarskog društva na inicijativi za imenovanja šetnica te Šumarskoj i drvodjeljskoj školi, koja punih 70 godina s velikim uspjehom djeluje u Karlovcu te

je postala jedan od njegovih zaštitnih znakova. Napomenuo je da je imenovanje šetnica po poznatim Karlovčanima realizacija ideje da šetnice dobiju svoje obilježje kroz ljude. Među uzvanicima su bili predsjednica Gradskog vijeća Karlovca Marijana Tomičić i predsjednica Gradske četvrti Gaza Sara Požar te dvojica nekadašnjih ravnatelja Šumarske i drvodjelske škole Martin Šimunić i Stjepan Šlat.

Foto: Aljoša Galeković (4-6) i Dorica Matešić (7-8)



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 objavljivanja 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 električnom 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 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 uvoda, 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. Pensilvanski jasen (*F. pennsylvanica*): lišće zlatnožuto u jesen. ■ Figure 1. Green ash (*F. pennsylvanica*): bright golden-yellow autumn colour of the leaves.



Slika 2. Američki jasen (*F. americana*): lišće crveno u jesen. ■ Figure 2. White ash (*F. americana*): purple autumn colour of the leaves.



Slika 3. *F. pennsylvanica* 'Aucubifolia': kultivar žuto prošaranog lišća. ■ Figure 3. *F. pennsylvanica* 'Aucubifolia': cultivar with yellow mottled leaves.



Slika 4. Plodovi žućkasto-smeđe, gole, suhe, (3–) 4–5,5 (–7) cm dugačke perutke, skupljene u visecim metlicama; oraščići valjkasti; krilce dugačko kao oraščić ili duže. Dozrijevaju u rujnu i listopadu, nakon dozrijevanja dugo ostaju na stablu. ■ Figure 4. Fruits yellowish-brown, glabrous, dry, (3–)4–5.5(–7) cm long samaras; fruit clusters pendulous; nutlet terete; wing nearly as long as or longer than nutlet. Maturing in September to October, long persistent.

Fraxinus pennsylvanica Marshall – pensilvanski jasen (Oleaceae)

Pensilvanski jasen je listopadno, dvodomno, anemofilno, anemochorno i hidrohorno, do 25 m visoko drveće, prirodno rasprostranjeno u Sjevernoj Americi. U Europu je unesen 1783. godine te je od tada često sađena ukrasna vrsta u parkovima i vrtovima, tolerantna na gradske uvjete. Od druge polovice 19. stoljeća u nekim je europskim državama sađen u plantazaama, a kasnije i radi kontrole erozije tla duž melioracijskih kanala i rijeka. U mnogim europskim državama, uključujući i Hrvatsku, sada je invazivna vrsta. Pensilvanski jasen preferira aluvijalna tla u poplavnim šumama, ali ima široku ekološku plastičnost. U mladosti brzo raste i ima velike zahtjeve za svjetlom te se brzo širi na otvorenim površinama. Teško ga je kontrolirati, jer se nakon sječe brzo vegetativno obnavlja. Plodonositi počinje već sa 7 do 10 godina starosti, a bijlike iz izdanaka i ranije. Ženska stabla svake godine obilno plodonose. Pensilvanski jasen je dugo vremena bio pogrešno determiniran kao američki jasen (*F. americana* L.). Te dvije vrste je dosta teško razlikovati. Pensilvanski jasen: lišće je zlatnožuto u jesen, ožiljci otpalih listova su u obliku slova D (s ravnim dijelom na vrhu). Američki jasen: lišće je crveno u jesen, ožiljci otpalih listova su u obliku slova U.

Fraxinus pennsylvanica Marshall – Green Ash, Red Ash (Oleaceae)

Green ash is a deciduous, dioecious, anemophilous, anemochorous and hydrochorous, to 25 m tall tree native to North America. It was introduced to Europe in 1783 and for a long period planted in parks and gardens as an ornamental tree due to tolerance of urban conditions. Since the second half of 19th century it was used for plantations in some European countries, later also for soil erosion control along melioration channels and rivers. It is now an invasive species in many European countries, including Croatia. Green ash prefers alluvial soils in floodplain forests, but has broad ecological plasticity. It is fast growing and very light demanding during the juvenile period and rapidly spreading in gaps. After cutting it is rapidly resprouting and therefore difficult to control. It is fruiting already with 7 to 10 years, when resprouting even earlier. Female trees are fruiting every year with a high number of fruits. Green ash was for a long time confused with white ash (*F. americana* L.). It is not easy to differentiate between those two species. Green ash: the autumn leaf colour is bright golden-yellow, leaf scars are D-shaped (flat portion on top). White ash: the autumn leaf colour is finally purple, leaf scars are U-shaped.