

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

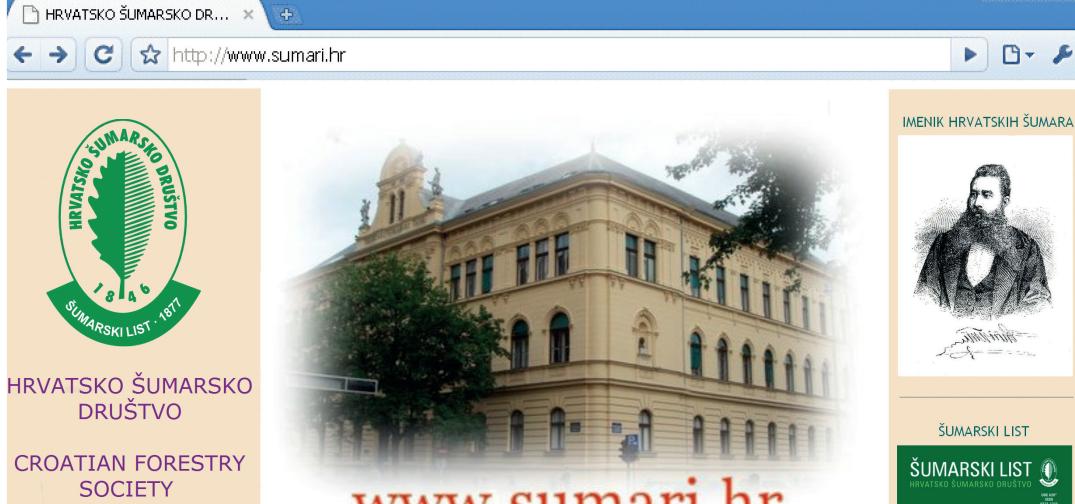


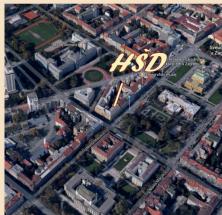
175 HRVATSKO
ŠUMARSKO
Društvo
ŠUMARSKI
LIST



3-4

GODINA CXLV
Zagreb
2021



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 ŽAŠTITU ŠUMA
EKOLOŠKA SEKCIJA
SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I REKREACIJU
SEKCIJA ZA URBANO ŠUMARSTVO (FB)
AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

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

**175. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 2300 članova**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA
14038 osoba
22367 biografskih činjenica
14810 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST
145. godina neprekidnog izlaženja
1099 svezaka na 83904 stranica
16110 članaka od 3124 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA
4382 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2962 autora
izdanja od 1732. do danas





Naslovna stranica – Front page:
Park šuma Marjan, Split, Hrvatska
(Foto: Zvonimir Tanocki)
Marjan Park Forest, Split, Croatia
(Photo: Zvonimir Tanocki)

Naklada 1660 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 odražavati 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
Tisk: CBprint – Samobor

ŠUMARSKI LIST

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

Uređivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 12. Marina Juratović, dipl. ing. šum. | 23. Dr. sc. Sanja Perić |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 13. Mr. sc. Petar Jurjević | 24. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr. sc. Boris Belamarić | 14. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 25. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 4. Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić | 15. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 26. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 5. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 16. Danijela Kučinić, dipl. ing. šum. | 27. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 6. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 17. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Akademik Slavko Matić | 29. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 8. Mr. sc. Josip Dundović | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 30. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 9. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 20. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | 31. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 10. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 21. Damir Nuić, dipl. ing. šum. | 32. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Mr. sc. Ivan Grginčić | 22. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 33. Dražen Zvirotić, 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. Darko Bakšić,

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*

Silviktura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković,

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,

Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –
General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištanje 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*

Prof. dr. sc. Tomislav Sinković,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,
urednik područja –field editor
Fitofarmacija u zaštiti šuma –
Plant protection products in forestry

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*

Dr. sc. Milan Pernek,
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

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,
urednik područja –field editor
Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Mario Božić,
Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Doc. dr. sc. Mario Ančić,
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:*

Prof. dr. sc. Stjepan Posavec,
Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –
Forest Economics and Marketing in Forestry

Prof. dr. sc. Ivan Martinić,
Šumarska politika i management – *Forest policy and management*

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 – Lecturer

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* 272 (001) https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.1 Hadžidervišagić D., A. Čabaravdić Važnost i strukturna raznolikost stabala u povijesnom parku – Importance and structural diversity of trees in a historical park	117
---	-----

UDK 630*902 (001) https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.2 Jovanović D., M. Gavrilović, M. Borisov, M. Govedarica Uporaba Sentinel 1 i Sentinel 2 snimaka u identifikaciji nestalih šumskih površina – Studija slučaja Fruška gora (Srbija) – Deforestation monitoring with Sentinel 1 and Sentinel 2 images – The case study of Fruska gora (Serbia)	127
---	-----

Prethodna priopćenja – Preliminary communications

UDK 630* 111.8 https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.3 Miklić B., A. Žmegač, D. Trlin, M. Orešković, S. Mikac, I. Anić Klimatska osjetljivost kronologije Crnoga bora (<i>Pinus nigra</i> Arnold.) na Sjevernom Velebitu – Climate sensitivity of Black pine (<i>Pinus nigra</i> Arnold.) chronology in the Northern Velebit.	137
---	-----

UDK 630*232.3 + 442 https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.4 Kranjec Orlović J., I. Bulovec, M. Franjević, D. Franjević, J. Skejo, M. Biliškov, D. Diminić, B. Hrašovec Preliminary results on Narrow-leaved ash (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) and Green ash (<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall) seed entomofauna in Croatia – Preliminarni rezultati istraživanja entomofaune sjemena Poljskog (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) i Pensilvanskog jasena (<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall) u Hrvatskoj.	147
--	-----

UDK 630*903 https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.5 Stevanov M., A. Tarjan Tobolka, Lj. Kljajić, M. Kičić, M. Krott Analiza sukoba interesa na primjeru specijalnog rezervata prirode u Srbiji: empirijsko analitički pristup – Analysis of conflicting interests on the example of the special nature reserve in Serbia: empirically analytical approach	155
--	-----

UDK 630* 453 https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.6 Akkuzu E., M. Şahin, A. Ugiş, E. Bal Assesment of trap color and trap height above the ground on the capture of <i>Ips sexdentatus</i> and <i>thanasimus formicarius</i> – Procjena boje i visine feromonske klopke iznad zemlje za ulov <i>Ips sexdentatus</i> i <i>thanasimus formicarius</i>	169
---	-----

Pregledni članak – Review

UDK 630* 111.5 + 421 https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.7 Barčić D., V. Habjanec, Ž. Španjol, M. Šango Analiza podizanja vjetrozaštitnih pojasa na Mediteranskom kršu Hrvatske – Analysis of raising windbreaks on the Mediterranean karst of Croatia.	175
---	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:	
Mali sokol (<i>Falco columbarius</i> L.)	185
Franjić, J.:	
Popularizacija hrvatske flore	
Musički brijestovi – rijetki stari primjerci nizinskoga briješta (<i>Ulmus minor</i> Mill., <i>Ulmaceae</i> Mirb.) u Hrvatskoj	186
Aščić, I.:	
Međunarodna godina biljnog zdravstva	188

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Dramalija, D.:	
Okrugli stol: Standardizacija novih zanimanja u području urbanog šumarstva	189

Novi doktori znanosti – New doctors of science

Anić, I.:	
Dr. sc. Boris Miklić	191

Iz Hrvatskog šumarskog društva – From the Croatian forestry association

Delač D.:	
Zapisnik	
1. elektroničke sjednice	
Upravnog odbora Hrvatskog šumarskog društva (HŠD-a) 2021. godine	193
Delač D.:	
Zapisnik	
1. elektroničke sjednice	
Skupštine Hrvatskog šumarskog društva (HŠD-a) 2021. godine	194

In memoriam

Anić, I., M. Oršanić:	
Akademik prof. emeritus dr. sc. dr. h. c. Slavko Matić (20. siječanj 1938. – 30. ožujak 2021.)	195
Buršić, V.:	
Radovan Lukačić (1936.-2020.).	199
Vlainić, O.:	
mr. sc. Ivan Mrzljak, dipl. ing. šum. (Levkušje, 8. 11. 1929. – Karlovac, 26. 1. 2021.)	200
Vlainić, O.:	
Zdravko Pavlešić, dipl. ing. šum. (Slunj, 29. 11. 1963. – Slunj, 15. 2. 2021.)	201
Diaci J.:	
Professor emeritus Dr. sc. Dr. h. c. Dušan Mlinšek (1925. – 2020.)	203

RIJEČ UREDNIŠTVA

Kada je krajem ožujka ove godine Thomas Waitz, zastupnik Europskog parlamenta, član Kluba zastupnika Zelenih/Europskog slobodnog saveza, objavio na svojoj službenoj stranici „Novo izvješće o krčenju šuma u Hrvatskoj“ dostavljeni od braniteljske udruge ViDrA – „veterani i društvena akcija“, vijest o tome proširila se na hrvatskim mrežnim stranicama. Povodom toga objavljen je na portalu Telegram.hr i razgovor s predsjednicom udruge Vesnom Grgić. Forum udruge pod nazivom Zeleni odred za cilj ima, kako su sami naveli, „borbu protiv devastacije šuma i šumske površina u Republici Hrvatskoj“.

Pohvalna je briga za opće dobro, što šume u Republici Hrvatskoj i jesu. Samo čitajući optužbe, koje se većinom odnose na djelovanje trgovačkog društva Hrvatske šume, ne može se oteti dojmu da tu ima puno neshvaćanja zakonskih postavki i operativnih radnji koje se odvijaju u gospodarenju šumama.

U razgovoru se kao mogućnost „jezive devastacije šuma“ navodi zabrana sječe svih šuma u razdoblju od 10 godina, uspoređujući to s primjerom Albanije. Toj zemlji to nitko izvan nje nije naredio, već je to bila odluka albanskog parlamenta da se uvede moratorij na sjeću šuma za trgovačke namjene od 2016. do 2025. godine. Zabrana je uvedena kao posljedica nekontroliranih prevelikih sječa, što je stvorilo erozivna područja koja su jako vidljiva diljem države. Uspoređujući to s Republikom Hrvatskom u kojoj postoji organizirano šumarstvo 256 godina, potpuno je deplasirano.

Osnovno nerazumijevanje, koje se i inače ponavlja u javnosti, je održivo gospodarenje putem oplodnih sječa, gdje se na kraju životnog ciklusa jednodobnih sastojina (sam naziv jednodobno označava da su stabla približno jednake starosti) stara šuma, naravno sa starim i debelim stablima, zamjenjuje mladom šumom, koja se izvan vegetacijskog razdoblja svugdje dobro i ne uočava. Bitno je to da na šumskom zemljištu i dalje ostaje šuma, znači nema devastacije, odnosno degradacijskih stadija šuma (kao što laici obično mlade šume u razvoju – u progresiji smatraju šikarom koja je primjer obrnutog procesa – regresije). Oplodno razdoblje koje traje i 20 godina, a u fazi dovršne sjeće godinu ili više godina ako se sječe na manjim površinama, u stvari je porođaj mlađe šume. Svima je poznato da rođenje djeteta u ljudskom svijetu nastaje nakon porođajnih muka, a odrastanje i osamostaljivanje traje godinama. Isto možemo usporediti s nastankom mlađe šume i brigom oko njenog razvoja. Rađaonica u šumi traje i njeno uređenje traži

vremena. Osim što je šumska površina u obnovi rađaonica, ona je i radilište na kojemu vladaju posebni propisi, posebice oni vezani za zaštitu na radu. Ljubitelji prirode koji se prolazeći kroz šumu u obnovi ljute zbog oštećenih šumskih puteva, trebaju znati da se oni nalaze usred radilišta i da se ne bi mogli slobodno kretati po radilištu nekakve zgrade ili mosta. Povlačeći paralelu, šumsko radilište bi se moglo ograditi kao i neko građevinsko, a onda ne bi bilo pristupa u to područje.

Nerealno je očekivati da se stanje šuma, kao uostalom i drugih dijelova prirode, može konzervirati. Prirodni ekosustavi su dinamične cjeline i kroz vrijeme se stalno mijenjaju. U Republici Hrvatskoj prirodne gospodarene šume doživjele su bar dva kompletna, a neke i po tri životna ciklusa od nastanka do dovršnog sjeka. Znači da su kroz taj ciklus prošle sve faze, od mlade šuma visine nekoliko centimetara, do stare šume s visokim stablima 30-40 m. Prosječni ljudski vijek u današnje doba u našoj domovini od 78 godina tek je nešto iznad polovice životnog vijeka propisanog za šume hrasta lužnjaka od 140 godina, a oko tri četvrtine vijeka bukovih šuma od 100 godina. Normalno je da stanovniku i posjetitelju nekog šumskog područja promiču promjene u starim šumama koje nisu tako drastične, kao što se dogodi kada se stara šuma zamjeni mladom šumom. Zanimljivo je kako se ljudi raduju rađanju novih ljudi i njihovom odrastanju, a ne raduju se, za razliku od šumara, rađanju novih šuma koje šumari nastoje stvoriti kvalitetnijim od prethodnih. Stara poslovica kaže „Na mladima svijet ostaje“. Logično je da isto vrijedi i za šume. Nove šume će omogućiti blagodati novim generacijama. Zamislimo da su danas sve šume stare po dvjesto i više godina (kao što za primjer imamo potpuno zaštićenu šumu Prašnik, gdje je ostalo malo starih stabala hrasta lužnjaka, a ispod njih prevladavaju mlađa stabla graba čime se u biti gubi glavna vrsta drveća). Imali bi šume pune bolesnih stabala, od kojih ne bi bilo previše koristi. Drvna industrija ostala bi skoro bez ikakve sirovine za svoj rad, a onda i stanovništvo bez mogućnosti zaposlenja i brojnih proizvoda od drveta. Još jedna bitna činjenica u svjetlu klimatskih promjena je to da se najveći ponor (upijanje) ugljika stvara u šumama mlađim od 140 godina, nakon čega se unos ugljika smanjuje.

Postavlja se i pitanje zašto se u općoj brizi za naše šume prati samo stanje u državnim šumama, dok se u privatnim šumama malih posjednika, koje čine jednu četvrtinu ukupnoga šumskog kompleksa, događaju radnje koje, za razliku od državnih šuma, otprilike odgovaraju stanju koje navode

gore navedene Udruge. Dobna struktura vlasnika, neriješeni imovinsko pravni odnosi i zapušteno i neażurirano stanje našeg katastra i gruntovnice, usitnjeni posjed, kao i neadekvatna zakonska rješenja i nepostojanje organizirane čuvarske službe razlog su takvom stanju.

Razvoj tehnologija donio je brojne olakšice i koristi u današnjem življenju, ali nažalost i nedostatke. Mogućnost brzog prijenosa informacija omogućila je svima upoznavanje sa svim djelatnostima i strukama, što je pak stvorilo lažnu predodžbu o razumijevanju svih sfera života i njihovom funkcioniranju. Tako su danas brojni posjetitelji šume postali znalci o šumarstvu, ali i dobili mogućnost lakog iskazivanja svog viđenja o tome u medijima. Čak su nastali takvi uvjeti da im se više vjeruje nego struci koja se za to školovala i stjecala iskustvo kroz praksu. Paušalno i olako iznesene optužbe zauzimaju naslovnice i postaju istina, dok

se demanti teško probijaju i prolaze nezapaženo. Tko je u svemu tome odgovoran za točno i istinito informiranje javnosti? U svakoj struci postoje pojedinci koji ne rade dobro ili se čine pogrešne radnje, ali ne može se generalizirati i na temelju toga donositi zaključke. Nažalost današnjim prevladavajućim negativističkim novinarstvom stvaraju se uvjeti nepovjerenja u bilo kakvu djelatnost i struku što nije dobro, a u budućnosti može biti i gore.

Mlada šuma koja će uskoro stasati, i postati vidljiva i nešumarskom oku, na tako često prozivanim sljemenskim sjećinama, ali i diljem Lijepe Naše, dokazat će da šumarska struka postoji i uspješno obavlja svoj posao, što je u cijeloj priči najvažnije. Takvih mladih i njegovanih šuma ima i sada na značajnim površinama, samo ih laici ne prepoznaju.

Uredništvo

EDITORIAL

When Thomas Waitz, representative of the European Parliament and member of the Group of the Greens/European Free Alliance, published in his official page “a new report on deforestation in Croatia”, a report passed on by ViDrA – “Association of Veterans and Social Action”, this piece of news spread across the Croatian network media. On this occasion the portal Telegram.hr published an interview with Vesna Grgić, chairperson of Vidra Association. The Association’s Forum, called The Green Squad, was established, in their own words, “with the purpose of fighting against devastation of forests and forest land in the Republic of Croatia”.

The concern for common goods, which forests in the Republic of Croatia certainly are, is highly commendable. However, if we read accusations that refer mostly to the activities of the company Croatian Forests, one cannot but feel that there is a lot of misunderstanding of legal provisions and operational actions that take place in forest management. One of the examples of “disastrous forest devastation” mentioned in the interview was the possibility of a ban on logging in all forests for the period of 10 years and a comparison with Albania was given. There was no request from abroad for Albania to do so – it was a decision of the Albanian Parliament to impose a moratorium on cutting down forests for industrial purposes for the period from 2016 to 2025. The ban was implemented as a reaction to uncontrolled excessive logging, resulting in erosive areas clearly visible across the country. To compare this with the Republic of Croatia, which enjoys 256 years of organized forestry, is completely misplaced.

The basic misunderstanding generally displayed by the public refers to sustainable management using the shelterwood system, where at the end of the life cycle of an even-aged stand (the name itself denotes that the trees are of relatively even age), the mature forest, naturally with all trees, including thick ones, is replaced with a young forest, which is not always clearly visible outside the vegetation period. What is important is that the forest remains on the forested land: there is no devastation and no degraded forest stages (just as non-experts consider a young forest in progression a scrub; however, a scrub is an example of a reverse process – regression). The rejuvenation period, which lasts for up to 20 years and in the final cutting stage it may last for one or more years if smaller forested areas are treated, is in fact the birth of a young forest. We all know that in the human world a child is born after labour pains

and growing up and turning an adult takes years. This can be compared with the emergence of a young forest and care for its development. The labour pains bringing forth a forest and its management take time. Not only can the forested area being regenerated be compared to a maternity ward, it is also a work site where special regulations apply, particularly those related to safety at work. Nature lovers who are angry about the damaged forest roads when passing through the forest being regenerated, should know that they are in a construction site and that they would not be able to move freely on the construction site of a building or a bridge. To draw a parallel, a forest construction site could be fenced off like any other construction site, banning access to the area.

It is unrealistic to expect that the condition of a forest, and indeed any other part of nature, can be conserved. Natural ecosystems are dynamic units that change constantly throughout time. In the Republic of Croatia, forests managed on a close-to-nature principle have undergone at least two, and some even three, complete lifecycles from their emergence to the final cut. This means that all stages have gone through this cycle, from a young forest only several centimetres tall, to an old forest with trees up to 30-40 metres tall. The average human lifespan today in our homeland of 78 years is just over half the lifespan of 140 years prescribed for pedunculate oak forests, and about three-quarters of the lifespan of 100 years prescribed for beech forests. It is normal that a resident or a visitor to a forest area overlooks the changes taking place in old forests which are not as drastic as those taking place when an old forest is replaced by a young forest. It is interesting that people rejoice when a new baby is born and is growing up, but are not happy when a new forest is born which foresters endeavour to make even better than the old one. An old proverb says “the world belongs to the young”. It is only logical that the same applies to forests. New forests will provide multiple benefits for new generations. Just imagine what it would be like if all present-day forests were two or more hundred years old (as is the completely protected forest of Prašnik, where very few old pedunculate oak trees are left, while younger hornbeam trees predominate below them, which in fact leads to the disappearance of the principal tree species). We would have forests full of diseased, useless trees. The wood industry would remain without the raw material for their work, and people would consequently be left without employment in the wood industry or without

numerous wood products. Another essential fact in the light of climate change is that the largest carbon sinks are created in forests younger than 140 years, after which carbon input decreases.

Another question to ask is why general concern about Croatian forests focuses only on state forests, while private forest owned by small forest owners, who make up one fourth of the overall forest complex, are the scene of all those actions that mimic the condition deplored by the Associations mentioned earlier. The age structure of the owners, unsolved property and legal relations, neglected and out-of-date cadastres and land registers, fragmented property, as well as inadequate legal solutions and the lack of organized guard service largely contribute to such a state.

The development of technology has provided various benefits and advantages to modern-day life, but also a number of disadvantages. Fast transfer of information has made it possible to gain an insight into different activities and professions, which has in turn created a false idea among people that they understand how all spheres of life function. Thus, many visitors to forests have become forestry experts and have been given an opportunity to express their views on the matter in the media. What is worse, such "experts"

are believed more than the professionals who have been educated in the profession and have acquired experience through practice. Off-the-cuff and easily made accusations take the headlines and become the accepted truth, do denials are completely ignored and go unnoticed. Who is responsible for giving the public accurate and truthful information? There are individuals in every profession who do not work well or who make wrong moves, but this does not mean that generalisations can be made and conclusions passed on the basis of those few. Regrettably, today's prevailing negativist journalism creates the conditions of distrust in any activity or profession, which is certainly not good and may become even worse in the future.

A young forest that will soon mature and become visible even to a non-forester's eye, both on the frequently criticized Sljeme felling sites and all over Our Beautiful Homeland, will prove that the forestry profession exists and does its job thoroughly and successfully. In essence, this is the most important thing in the whole story. Such young and tended forests take up large areas, but are not recognized by a non-expert eye.

Editorial Board

VAŽNOST I STRUKTURNΑ RAZNOLIKOST STABALA U POVIJESNOM PARKU

IMPORTANCE AND STRUCTURAL DIVERSITY OF TREES IN A HISTORICAL PARK

Dino HADŽIDERVIŠAGIĆ¹, Azra ČABARAVDIĆ^{1*}

SAŽETAK

U ovome radu istražena je važnost vrsta i porodica drveća u starom povijesnom parku Ilijadža površine 16,5 ha, smještenom u blizini grada Sarajeva u Bosni i Hercegovini. Izvršeno je mjerjenje najvažnijih dendrometrijskih varijabla (prsnji promjer, visina i promjer krošnje) te je utvrđena i analizirana raspodjela broja stabala po debljinskim klasama. Važnost vrsta drveća i njihovih porodica iskazana je pomoću indeksa relativne važnosti, koja je određena pomoću relativne brojnosti i relativne dominantnosti. Rezultati istraživanja ukazuju na linearno inverzno proporcionalnu debljinsku raspodjelu kakva je poželjna u povijesnim parkovima, ali s neodgovarajućim udjelom stabala u najnižoj i višim debljinskim klasama. Najznačajnije vrste drveća, prema indeksu relativne važnosti većem od 10 %, su: gorski javor (*Acer pseudoplatanus L.*), obični jasen (*Fraxinus excelsior L.*), velelisna lipa (*Tilia platyphyllos Scop.*) i javor mlječ (*Acer platanoides L.*). Dobiveni rezultati imaju i praktičnu primjenu, jer mogu nam pomoći u planiranju kratkoročnih mjera njege i razvoju dugoročnih strategija radi održivog ostvarivanja biološke stabilnosti te svih funkcija urbanih zelenih površina (ekoloških, bioloških, estetskih, socijalnih i dr.).

KLJUČNE RIJEČI: povijesni park, urbana stabla, važnost vrsta, debljinska raspodjela, strukturne karakteristike

UVOD INTRODUCTION

Stari parkovi su oduvijek predstavljali važno biološko, dendrološko, hortikultурno, arhitektonsko i povijesno nasljeđe, iz kojega se crpilo znanje o pojedinačnim segmentima njihovih sadržaja i uređenja, kao i o njihovim međusobnim odnosima. S biološkog gledišta, parkovi su najčešće prepoznatljivi s obzirom na sastav drvenastih biljaka tj. dendrofloru. Brojna su istraživanja dendroflore povijesnih parkova i drugih kolekcija drvenastih biljaka. Autori su vršili dendrološku inventarizaciju uz opise morfoloških i šumsko-uzgojnih karakteristika zastupljenih vrsta drveća i grmlja, kako u različitim tipovima parkova i perivoja (Janjić 1996, 1966A, 1996B, 1998, 2002; Jurković 1994; Karavlja 1994, 2006; Marinković i sur. 1997; Vujković i Brzaković 1999;

Ninić i sur. 2008; Korać 2009; Poljak i sur. 2011; Tafra i sur. 2012; Zebec i sur. 2014; Hadžić i sur. 2016; Okazova i sur. 2019; Vidaković i sur. 2020), tako i u arboretumima (Idžoitić i sur. 2010, 2011, 2013, 2019) i u botaničkim vrtovima (Špaková i Šerá 2018). Uz dendrološku inventarizaciju pojedini autori za povijesno važne parkove i perivoje predlažu niz različitih mjera vezanih za njihovu obnovu, zaštitu i rekonstrukciju (Obad Šćitaroci 1988, 1993; Obad Šćitaroci i sur. 2014, 2015; Jakčin-Ivančić 2017).

Sredinom prošloga stoljeća Anić (1954) navodi da je uz poznавanje vrsta drveća na parkovnim površinama potrebno poznavati i dinamiku njihovoga rasta i razvoja, radi što uspješnijeg planiranja pogodne parkovne strukture, rasporeda zelenih masa, smještaja pojedinog drveća, grmlja i drugog bilja, sklada boja, izrade mreže parkovnih staza, pute-

¹ Doc. dr. Dino Hadžidervišagić; Prof. dr. Azra Čabaravdić; Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
* Korespondencija (E-mail: azrac2012@gmail.com)

Ijaka itd. Dendrološka inventarizacija stabala na parkovnim površinama proširena je i na utvrđivanje važnosti vrsta korištenjem indeksa i indikatora koji sadrže brojčane sastavice, kao što su brojnost, dominantnost i sl. (Netto i sur. 2015; Wiryani i sur. 2018). Kurjakov i sur. (2017) analiziraju florističku kompoziciju, brojnost vrsta, biološki spektar i ekološke efekte taksonomski sistematiziranih stabala stoga parka. Osim toga, novije studije dendroflore na površinama starih parkova i perivoja zasnivaju se i na analizi važnosti vrsta te na njihovoj strukturiranosti (Glaeser 2006; Nagendra i Gopal 2010; Omanović i sur. 2010; Kim 2016; Xie 2018; Stupar 2019).

Osim popisa drvenastih svojta na nekoj površini, pokazatelje strukture stabala svrstavamo u indikatore stanja dendroflore zelenih površina. Bhadra i Pattanayak (2017) daju indeks važnosti vrsta na osnovi većeg broja pokazatelia, pri čemu ukazuju na važnost dominantnosti vrste s obzirom na debljinsku strukturu. McPherson i Rowntree (1989) analizirali su i karakterizirali tipične oblike debljinske raspodjele stabala na parkovnim površinama. Richards (1992/1983) i autori Millward i Sabit (2010) predlažu „idealne“ debljinske raspodjele u cilju ostvarenja biološke stabilnosti skupina stabala, kako na razini pojedinačnih zelenih površina, tako i na višim razinama u kojima je ujedinjen veći broj različitih zelenih površina. Morgenroth i sur. (2020) istražuju značajke skupina stabala na urbanim zelenim površinama analizirajući debljinsku strukturiranost u 38 gradova širom Sjedinjenih Američkih Država. Krajter-Ostović i sur. (2020) sistematiziraju istraživanja urbanih šuma i zelenih prostora u posljednja tri desetljeća i utvrđuju manji broj radova o strukturnim značajkama dendroflore na području Hrvatske i Slovenije.

Na prostoru Bosne i Hercegovine istraživanja urbane dendroflore odnosila su se na popisivanje drvenastih biljaka na parkovnim površinama grada Sarajeva (Janjić 1966a, 1966b, 1996, 1998, 2002), arboretuma „Slatina“ (Pintarić-Avdagić i sur. 2015), javnih zelenih površina grada Jajca (Hadžić i sur. 2016) i urbanog zelenila grada Mostara (Dautbašić i sur. 2016). Elementi analize strukturnih značajaka dendroflore prezentirani su i u istraživanjima parkova u Sarajevu (Omanović i sur. 2010) i Banja Luci (Stupar 2009). Hadžidervišagić (2018) analizira koncept razvoja povijesnoga parka Ilijza kod Sarajeva, pri čemu daje pejzažno-arhitektonsku i povijesnu analizu uz detaljnu inventarizaciju dendroflore, a navedeni rezultati publicirani su u dva članaka (Bašić i sur. 2017; Hadžidervišagić i Krstić 2019).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi: (A) raznolikost drvenastih biljaka u povijesno značajnom parku Ilijza u blizini grada Sarajeva; (B) osnovne dendrometrijske podatke stabala u navedenom parku, kao što su prsni promjer debala i visina stabala te promjer i projekcije krošnja; (C) i brojnost i dominantnost stabala. Rezultati ovoga istraživanja mogli

bi pomoći u planiranju kratkoročnih mjera njegi i održavanja stabala, kao i dugoročnog planiranja sastava vrsta drveća u cilju unapređenja i održivosti biološke stabilnosti, te boljeg ostvarenja ekoloških i socijalnih funkcija parka.

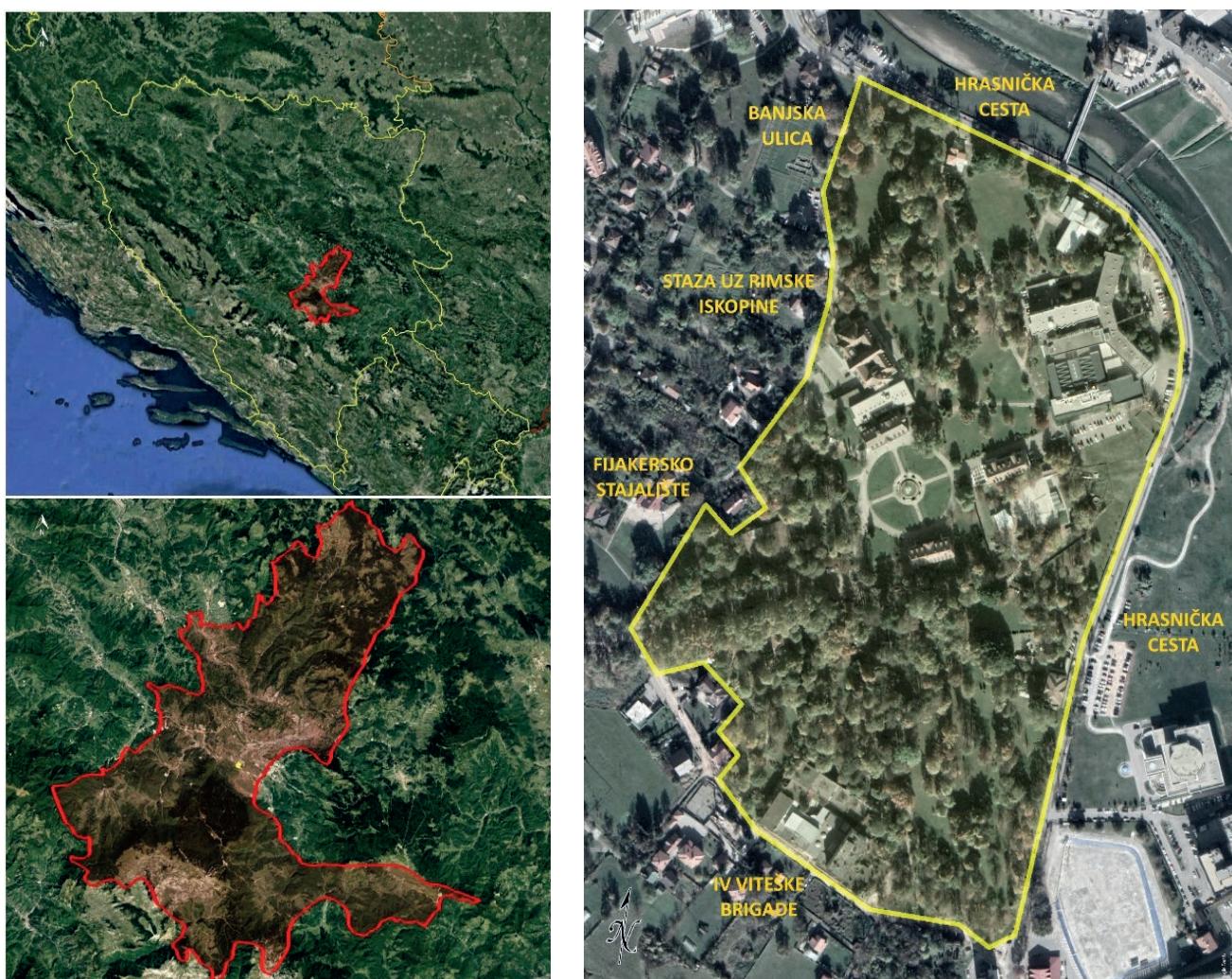
MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja u ovome radu je povijesni Banjski park Ilijza, osnovan 1892. godine u vrijeme austrougarske vladavine. Park je smješten u blizini grada Sarajeva (slika 1), na lijevoj obali rijeke Željeznice. Hrasničkom cestom ograničen je sa sjeverne i istočne strane, a točnu granicu parka čine Banjska ulica i staza uz arheološka nalazišta iz rimskoga razdoblja koja se nastavlja sve do fijakerskoga stajališta na zapadu. Park je povezan s Velikom alejom koja vodi do zaštićenoga područja Vrelo Bosne. Na jugozapadnoj strani park je ograničen Ulicom IV. viteške brigade. Ukupna površina parka iznosi oko 16,5 ha.

Geološku podlogu šireg područja odlikuju trijasne i jurško-kredne naslage karakteristične za Igman i Bjelašnicu. U većem dijelu nižih predjela dominiraju miocenske i kvartarne tvorevine: glinoviti, ilovasti, šljunkovito-pjeskoviti nanosi, kao i aluvijalne naslage šljunka i pijeska (Čišć 2002; LEAP 2013). Najzastupljeniji pedološki tipovi su: kompleksi rendzina, distričnog kambisola i pseudogleja, rendzina i eutrični kambisol na laporu, kompleks fluvisola i pseudogleja na terciarnim sedimentima i fluvisol u riječnim dolinama. Prema podacima Federalnog hidrometeorološkog zavoda BiH prikupljenih na meteorološkoj postaji Butmir, za razdoblje 2001.–2011. godine, prosječna godišnja temperatura iznosi 10,0 °C. Najtopliji mjeseci su srpanj (20,2 °C) i kolovoz (19,9 °C), dok je najhladniji mjesec siječanj (-0,6 °C). Prosječna godišnja količina padalina iznosi 800 L/m², najviše u rujnu i studenom, a najmanje u srpnju i veljači. Šire područje parka odlikuje se povoljnim hidrološkim prilikama zbog razvijene površinske riječne veze, kao i bogatstva podzemnim vodama. Park je formiran na terenu koji pripada nizinskim šumama hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli Quercetum roboris* (Anić 1959) Rauš 1971).

Inventarizacija dendroflore provedena je tijekom ljeta i jeseni 2017. godine (Hadžidervišagić 2018), a zastupljenost svojti, zemljopisno podrijetlo i brojnost vrsta predstavljena je u radu Bašić i sur. (2019). Za sva stabla u parku izmjerene su sljedeće dendrometrijske značajke: prsni promjer na visini 1,30 m, visina, promjeri krošnje u četiri pravca mjerenja (istok-E, zapad-W, sjever-N i jug-S). Promjer krošnje je izračunat kao kvadratna sredina, $cr = \sqrt{r_N^2 + r_E^2 + r_W^2 + r_S^2}$, pri čemu su: r_N , r_E , r_W i r_S promjeri krošnje u četiri pravca mjerjenja, dok je površina projekcije krošnje izračunata po formuli: površina projekcije krošnje = $cr^2 \times \pi$. U konačnici



Slika 1. Lokacija povijesnog Banjskog parka Ilijadža (a. Kanton Sarajevo u BiH; b. Banjski park Ilijadža) (Izvor: Google Earth, 2020).
Figure 1. Location of historical Banjski park Ilijadža (a. Canton Sarajevo in BiH; b. Banjski park Ilijadža) Source: Google Earth, 2020).

dobiveni podaci prikazani su osnovnim statističkim parametrima: aritmetička sredina, medijana, standardna devijacija, minimum i maksimum.

Radi analize debljinske strukture stabala u parku sva analizirana stabla raspoređena su u četiri klase: 0-15,3 cm; 15,3-30,5 cm; 30,5-61 cm i stabala s prsnim promjerom debla većim od 61 cm (Millward i Sabir 2010). Dobiveni rezultati uspoređeni su s debljinskom raspodjelom stabala koju predlažu Millward i Sabir (2010) kao idealnu u uvjetima urbanih zelenih površina.

Radi utvrđivanja indeksa relativne važnosti vrsta i porodica, izračunate su relativna brojnost i relativna dominantnost po sljedećim formulama: relativna brojnost = (brojnost vrste / ukupan broj stabala) × 100; dominantnost vrste = suma temeljnica svih stabala vrste; relativna dominantnost = (dominantnost vrste / dominantnost svih vrsta) × 100; te indeks relativne važnosti = (relativna brojnost + relativna dominantnost) / 2 (Xie 2018). Temeljница pojedinačnog stabla je izračunata po formuli: temeljница (m^2) = $\pi \times (\text{prsni promjer})^2 / 40000$.

REZULTATI RESULTS

U povijesnom Banjskom parku Ilijadža analizirane su veličine prsnih promjera za 1789 stabala, dok su za analize ostalih dendrometrijskih varijabla korišteni podaci za 1706 stabala (tablica 1). Prosječni prsnji promjer stabala iznosi 36,0 cm, a najveći 147,0 cm (stablo hrasta lužnjaka). Prosječna visina stabala iznosi 17,9 m s najvišim stablom javora mlječa od 51,0 m. Prosječni promjer krošnje stabala iznosi 4,2 m s najvećim promjerom od 13,6 m (javorolisna platana). Prosječna površina projekcije krošnje stabala iznosi 70,1 m^2 s najvećom površinom projekcije krošnje od 581,7 m^2 .

Debljinska struktura stabala u parku prikazana je na slici 2. Iz grafičkoga prikaza jasno je vidljivo da udio stabala u Banjskom parku Ilijadža premašuje idealnu raspodjelu stabala (Millward i Sabir 2010) u drugoj debljinskoj klasi (15,3-30,5 cm), dok su u nižoj (< 15,3 cm) i višim debljin-

Tablica 1: Deskriptivna statistika.

Table 1. Descriptive statistics.

Deskriptivni pokazatelji Statistical parameters	Prsni promjer (cm) Diameter at breast height (cm)	Visina (m) Height (m)	Promjer krošnje (m) Crown radius (m)	Površina projekcije krošnje (m ²) Crown projection area (m ²)
Brojnost <i>Count</i>	1798	1706	1706	1706
Aritmetička sredina <i>Average</i>	36,0	17,9	4,2	70,1
Medijana <i>Median</i>	34,0	17,8	4,0	50,9
Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	22,7	9,0	2,2	66,3
Koeficijent varijacije <i>Coefficient of variation</i>	63,0	50,5	53,5	94,6
Najmanja vrijednost <i>Minimum</i>	2,0	1,3	0,2	0,1
Najveća vrijednost <i>Maximum</i>	147,0	51,0	13,6	581,7

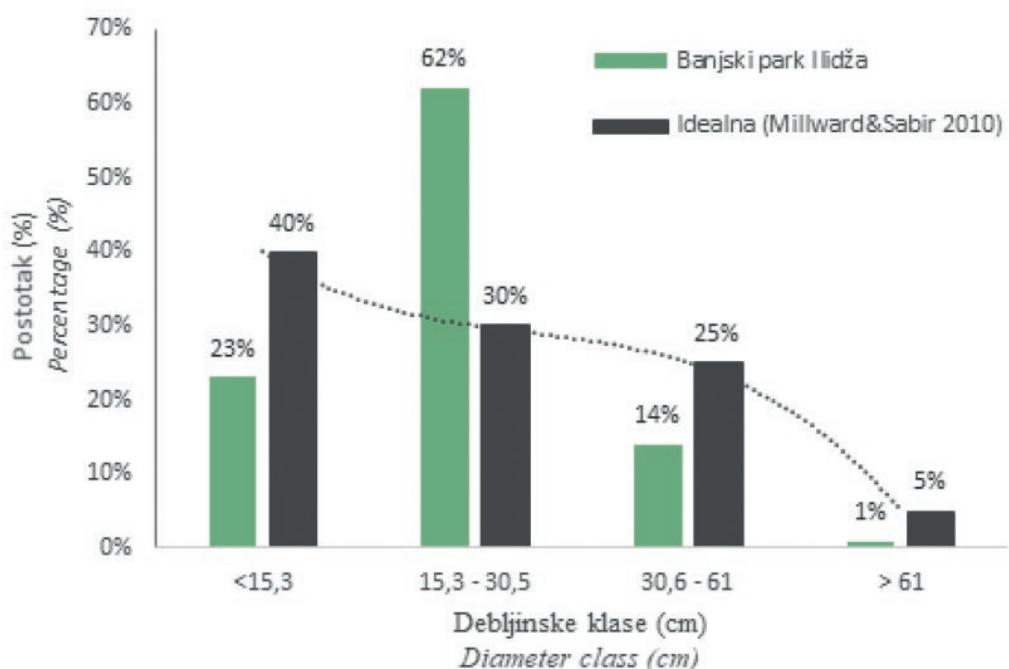
**Slika 2.** Debljinska raspodjela svih stabala i „idealne“ raspodjele predložene u istraživanju Millward i Sabira (2010).

Figure 2. Tree diameter at breast height distributions for all trees and „ideal“ diameter class distributions from previous study suggested by Millward and Sabir (2010).

skim klasama ($> 30,5$ cm) učestalosti stabala znatno manje od idealnih.

U tablici 2 predstavljeni su pokazatelji važnosti (relativna brojnost, relativna dominantnost i indeks relativne važnosti) za vrste drveća čiji je indeks relativne važnosti bio iznad 1 %. Takvih vrsta bilo je četiri. Najznačajnije vrste, prema indeksu relativne važnosti većem od 10 %, su: gorski javor (15,4 %), obični jasen (15,3 %), velelipsna lipa (10,9 %) i javor mlječ (10,0 %). Ukupni postotak važnosti ovih vrsta

drveća iznosi 51,7 %. Postotak važnosti vrsta s indeksom relativne važnosti većim od 1 % iznosi 88,4 %. Preostalih 11,6 % odnosi se na vrste s indeksom relativne važnosti manjim od 1 %.

U tablici 3 predstavljeni su pokazatelji važnosti svih porodica. Najznačajnije porodice, prema indeksu relativne važnosti većem od 10 %, su: Sapindaceae (34,3 %), Oleaceae (16,1 %) i Tiliaceae (15,8 %). Ukupni postotak važnosti ovih porodica iznosi 66,2 %. Postotak važnosti porodica s indek-

Tablica 2: Relativna brojnost, relativna dominantnost i indeks relativne važnosti za najznačajnije vrste drveća (indeks relativne važnosti > 1%).
Table 2. Relative frequency, relative dominance and relative importance index for the most important tree species (relative importance index > 1%).

Svojstva Taxon	Brojnost Frequency	Relativna brojnost (%) Relative frequency (%)	Relativna dominantnost (%) Relative dominance (%)	Indeks relativne važnosti (%) Relative importance index (%)
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	275	15,3	15,6	15,4
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	289	16,1	14,6	15,3
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	128	7,1	14,7	10,9
<i>Acer platanoides</i> L.	204	11,3	8,7	10,0
<i>Platanus × hispanica</i> Münchh.	67	3,73	9,93	6,83
<i>Acer negundo</i> L.	109	6,06	5,89	5,98
<i>Tilia cordata</i> Mill.	60	3,34	5,60	4,47
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	56	3,11	5,79	4,45
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Smaragd'	137	7,62	0,00	3,81
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	63	3,50	2,99	3,25
<i>Acer campestre</i> L.	60	3,34	1,77	2,56
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	38	2,11	1,53	1,82
<i>Pinus sylvestris</i> L.	19	1,06	1,71	1,38
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Lam.) Spach	23	1,28	1,11	1,19
<i>Betula pendula</i> Roth	25	1,39	0,65	1,02

som relativne važnosti većim od 1 % iznosi 97,1 %. Preostalih 2,9 % odnosi se na porodice s indeksom relativne važnosti manjim od 1 %.

RASPRAVA DISCUSSION

Na osnovi provedenog istraživanja utvrđeno je da su povijesne prilike značajno utjecale, kako na izbor vrsta drveća, tako i na njihov vitalitet i postojanost. Autohtone listopadne vrste (hrast lužnjak i obični grab), čija su ovo i prirodna staništa, kao i autohtone vrste četinjača (smreka, jela i borovi) na površini parka se nalaze u manjem broju. Samo četiri stabla hrasta lužnjaka prisutna su od osnivanja parka i ta stabala dostižu najveće dimenzije (maksimalan prsni promjer od 147 cm). Osim pojedinačnih stabala hrasta lužnjaka u parku nalazimo i mozaično raspoređene skupine stabala običnoga graba. Autohtone vrste četinjača sredinom prošloga stoljeća su najvećim dijelom uništene napadom potkornjaka, a iz tog razloga parkom dominiraju listopadne vrste kritosjemenjača. Najviše stablo u parku je javor mlječ (visina stabla 51 m), a stablo s najvećom površinom projekcije krošnje je hibridna platana (581,7 m²).

Prosječne i najveće dimenzije stabala upućuju na to da su stabla unutar paraka kroz povijest introducirana u više navrata. Prosječni prsnji promjer stabla u parku iznosi 36,0 cm. S obzirom na navedeno možemo zaključiti da u parku prevladavaju stabla starije dobi i većih dimenzija. Osim toga, koeficijenti varijacije visina i promjera stabala su oko

50 %, a za površinu projekcije krošnje čak 95 %. Populacija stabala je homogenija s obzirom na visinu i prsnji promjer stabala, nego površinu projekcije krošnje. To ukazuje da su stabala različite debljine/starosti imale povoljnije prilike za razvoj krošnja u prostoru, nego za pozicioniranje u visinskem slojanju. To bi se moglo dovesti u vezu s prostornim rasporedom stabala, u kojem rubna stabla koriste prostor za intenzivan razvoj krošnje.

Debljinska raspodjela stabala je prepoznata kao indikator stanja i osnova za projiciranje željenog stanja drveća u parkovnim i perivojnim površinama (Millward i Sabir 2010; Campagnaro i sur. 2019; Morgenroth i sur. 2020). Debljinsku raspodjelu svih stabala u Banjskom parku Ilijada karakterizira manji broj stabala u prvoj debljinskoj klasi, zatim nagli porast u drugoj klasi te linearno opadanje broja stabala u većim debljinskim klasama. Dostupni povijesni podaci o dendroflori u razdoblju ranijem od navedenog ukazuju da je došlo do naglog propadanja velikog broja četinjača te je izvršena zamjena i popunjavanje većim brojem jedinki, posebice običnim jasenom, javorom mlječom i gorskim javorom. Efekt ovog postupka odrazio se na debljinsku raspodjelu. Ovaj oblik debljinske raspodjele stabala na urbanim zelenim površinama McPherson i Rowntree (1989) označavaju kao linearno inverzno proporcionalan i opisuju kao park ili perivoj u razvoju. Isti autori slučaj eksponencijalne inverzno-proporcionalne raspodjele označavaju kao mlađu raspodjelu (eksponencijalno opadajući broj stabala prema većim debljinskim klasama), dok raspodjelu s relativno ujednačenim brojem stabala u svim klasama označavaju kao razvijenu raspodjelu. Opisani oblici najčešće se koriste u

Tablica 3. Relativna brojnost, relativna dominantnost i indeks relativne važnosti za najznačajnije porodice.

Table 3. Relative frequency, relative dominance and relative importance index for the most important families.

Porodica <i>Family</i>	Brojnost <i>Frequency</i>	Relativna brojnost (%) <i>Relative frequency (%)</i>	Relativna dominantnost (%) <i>Relative dominance (%)</i>	Indeks relativna važnosti (%) <i>Relelative importance index (%)</i>
Sapindaceae	655	36,4	32,1	34,3
Oleaceae	299	16,6	15,5	16,1
Tiliaceae	195	10,9	20,8	15,8
Platanaceae	67	3,73	9,93	6,83
Fagaceae	87	4,84	5,41	5,13
Cupressaceae	159	8,84	0,18	4,51
Hippocastanaceae	56	3,11	5,79	4,45
Pinaceae	44	2,45	2,09	2,27
Betulaceae	48	2,67	1,62	2,15
Simaroubaceae	38	2,11	1,52	1,81
Juglandaceae	30	1,67	1,19	1,43
Ulmaceae	33	1,84	0,61	1,22
Rosaceae	31	1,72	0,47	1,10
Salicaceae	12	0,67	0,96	0,81
Ginkgoaceae	6	0,33	0,45	0,39
Caprifoliaceae	11	0,61	0,10	0,36
Taxodiaceae	2	0,11	0,54	0,32
Taxaceae	11	0,61	0,01	0,31
Bignoniaceae	4	0,22	0,28	0,25
Hamamelidaceae	4	0,22	0,18	0,20
Caesalpiniaceae	3	0,17	0,17	0,17
Moraceae	2	0,11	0,07	0,09
Magnoliaceae	1	0,06	0,01	0,03

analizama debljinske raspodjele stabala na urbanim zelenim površinama i predstavljaju uporište za kratkoročna i dugo-ročna planiranja održavanja i razvoja (Morgenroth i sur. 2020). Nadalje, u istraživanju debljinske strukture stabala na urbanim zelenim površinama, Richards (1983) predlaže okvirnu postotnu debljinsku strukturu za ostvarenje stabilnosti zelenih površina: 40 % stabala s prsnim promjerom ispod 20 cm; 30 % stabala u ranom funkcionalnom stadiju (20-40 cm); 20 % funkcionalno razvijenih stabala (40-60 cm); i 10 % starih stabala koja su izgubila najveći dio svoje funkcionalnosti. Navedena okvirna struktura predložena je na osnovi strukturne analize drvoređnih stabala, a nešto kasnije slična okvirna raspodjela predložena je kao rezultat analize stabala na parkovnoj površini. Millward i Sabir (2010) predlažu idealnu postotnu strukturu po kojoj je: 40 % stabala tanje od 15 cm; 30 % u klasi 15-60 cm; 25 % u klasi 60-90 cm; i 5 % stabala debljih od 90 cm. Prema ovoj strukturi, stabilnost bi se ostvarivala kroz relativno nizak obim pomlađivanja i mortaliteta i velik udio stabala velikih dimenzija (relativni indeks raznolikosti 88,3 %). Usporedbom debljinske raspodjele stabala u Banjskom parku Iliča s ide-

alnom po Millward i Sabir (2010), uočava se da je udio stabala u drugoj debljinskoj klasi (15,3-30,5 cm) veći, dok je nedovoljan broj stabala tanjih od 15,3 cm i debljih od 30,5 cm (relativni indeks raznolikosti iznosi 68,5 %). U planiranju i održavanju urbanih zelenih površina u Italiji, primijenjena je „idealna“ postotna debljinska raspodjela stabala (Campagnaro i sur. 2019): 0-20 cm (40 %); 21-40 cm (30 %); i iznad 40 cm (30 %). Prema ovakvoj „idealnoj“ raspodjeli, u Banjskom parku Iliča se nalazi 10 % manje stabala u prvoj debljinskoj klasi (prjni promjer < 20 cm) i 10 % više stabala u trećoj debljinskoj klasi (prjni promjer > 40 cm). Navedeni rezultati mogu poslužiti u daljem planiranju mjera na unapređenju biološke stabilnosti vezane za debljinsku strukturu stabala u parku.

Kada je u pitanju relativna važnost vrsta, utvrđeno je da gorski javor, obični jasen, velelisna lipa i javor mlječ imaju indeks relativne važnosti veći od 10 %. Navedene četiri vrste zajedno sudjeluju s 51,6 % kada je u pitanju indeks relativne važnosti. Za sve ostale vrste drveća preostalo je 48,4 % s obzirom na njihovu važnost. Porodice s najvećim indeksom važnosti su: Sapindaceae, Oleaceae i Tiliaceae. U

cilju očuvanja biološke stabilnosti, s obzirom na otpornost drvenastih biljaka u parku na patogene i insekte Santamour (1990) je preporučio da na zelenoj površini ne bude više od 10 % jedinki jedne vrste, 20 % jedinki jednoga roda i 30 % jedinki jedne porodice. Istraživanja raznolikosti dendroflore na urbanim površinama pokazuju brojne primjere odstupanja od ove preporuke, ali ukazuju i na njenu racionalnost (Morhenroth i dr. 2020). U parku Ilidža najveći rizik uslijed napada patogena ili drugih nepovoljnih utjecaja imaju stabla porodice Sapindaceae, odnosno roda *Acer L.*

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Proведенom analizom stabala u povijesnom Banjskom parku Ilidža određene su različite značajke kojima opisujemo raznolikost i strukturu neke parkovne ili perivojne površine. Analizom je utvrđeno da stabala u Banjskom parku Ilidža imaju linearno inverznu debljinsku raspodjelu koja predstavlja željeni oblik za ostvarivanje biološke stabilnosti i optimalno ostvarivanje ekoloških funkcija u povijesnom parku. Ipak, debljinska struktura nije zadovoljavajući s obzirom na nedovoljan broj stabala u najnižoj i najvećim debljinskim klasama. Osim što nam dobiveni rezultati daju bolji uvid u stanje parka, mogu nam poslužiti i kao osnova za planiranje i provođenje, kako kratkoročnih mjer, tako i za dugoročna planiranja s ciljem uspostavljanja uravnoteženih, održivih, stabilnih sustava različitih vrsta drveća. Osim toga, uvid u strukturne elemente stabala i njihove strukturne karakteristike na cijeloj parkovnoj površini mogu nam poslužiti kao osnova za daljnja istraživanje prostornih odnosa stabala, kako radi unapređenja funkcionalno-estetske uloge parka, tako i radi procjene ostvarenja ekoloških i socioloških funkcija (ublažavanje klimatskih promjena, reguliranje mikroklima u lječilišno-rekreacijske svrhe i sl.). Mnogostrukе koristi navedenih analiza moguće bi doprinijeti optimalnom ostvarivanju različitih funkcija stabala na svim tipovima zelenih površina (drvoredima, parkovima, privatnim posjedima itd.), kako na razini lokacije, tako i na razini aglomeracije grada, većih administrativnih jedinica i šire.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo se Dženani Tatlić za pomoć u tehničkoj obradi teksta i Ani Gebert za prijevod sažetka na engleski jezik.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, M., 1954: Dendrološka i uzgojna važnost nekoliko starih parkova u području Varaždina. Sumar List, 78 (9-10): 413-433.
- Bašić, N., D. Hadžidervišagić, S. Hadžić, 2019: Inventarizacija dendroflore Banjskog parka Ilidža kod Sarajeva. Naše šume, 56/57: 79-89.
- Bhadra, A. K., S. K. Pattanayak, 2017: Dominance is more justified than abundance to calculate Importance Value Index (IVI) of plant species. Asian Journal of Science and Technology, 8 (2): 4304-4326.
- Campagnaro, T., T. Sitzia, V. E. Cambria, P. Semenzato, 2019: Indicators for the Planning and Management of Urban Green Spaces: A Focus on Public Areas in Padua, Italy. Sustainability, 11 (24): 7071.
- Čičić, S., 2002: Geološka karta Bosne i Hercegovine 1:300000. Sarajevo Earth Science Institute.
- Dautbašić, M., B. Spasojević, O. Mujezinović, 2016: Dendroflora urbanog zelenila grada Mostara i njena zaštita. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Fukarek, P., 1959: Pregled dendroflore Bosne i Hercegovine. Narodni šumar, 5/6: 263-286.
- Glaeser, C. W., 2006: The Floristic Composition and Community Structure of the Forest Park Woodland, Queens County, New York. Urban Habitats, 4 (1): 102-126.
- Hadžić, S., D. Hadžidervišagić, S. Vojniković, B. Pintarić Avdagić, N. Bašić, 2016: Inventarizacija dendroflore javnih zelenih površina grada Jajca. Naše šume, 44/45: 57-66.
- Hadžidervišagić, D., 2018: Pejzažno-arhitektonska i istorijska analiza Banjskog parka Ilidža kod Sarajeva – koncept razvoja. Disertacija, Šumarski fakultet Sarajevo.
- Hadžidervišagić, D., P. Krstić, Analiza i obnova vrtno-arhitektonskih elemenata Banjskog parka Ilidža kod Sarajeva. Naše šume, 56/57: 69-79.
- Hillier, P., 2002: The Manual of Trees and Shrubs. David & Charles Book, Winchester, England.
- Idžočić, M., M. Zebec, I. Poljak, 2010: Revitalizacija Arboretuma Lisičine. Sumar List 134 (1-2): 5-18.
- Idžočić, M., M. Zebec, I. Poljak, 2010: Dendrološka i hortikulturna vrijednost Arboretuma Lisičine. Croat J For Eng, 32: 193-203.
- Idžočić, M., I. Poljak, M. Zebec, 2013: Determinacija drveća i grmlja u arboretumu Lisičine u okviru projekta obnove – 2. dio. Sumar List, 137 (5-6): 325-333.
- Idžočić, M., I. Anić, I. Šimić, M. A. Kovačević, I. Poljak, 2019: Dendrološke značajke Arboretuma Trsteno. Sumar List, 143 (3-4): 125-142.
- Jakčin Ivančić, M. 2008: Vrtna umjetnost Daruvara kroz povijest. Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, Br. 2, Bjelovar, str. 231-251.
- Janjić, N., 1966A: Prilog poznавању nesamonikle dendroflore Sarajeva i okoline. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Radovi VI, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, Knjiga 9, Sarajevo.
- Janjić, N., 1966B: Dalji prilog poznавању nesamonikle dendroflore Sarajeva i okoline. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Radovi VI, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, Knjiga 23, Sarajevo.
- Janjić, N., 1996: Četvrti prilog poznавању nesamonikle dendroflore Sarajeva i okoline. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Radovi VI, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, Knjiga 26, Sarajevo.

- Janjić, N., 1998: Peti prilog poznavanju nesamonikle dendroflore Sarajeva i okoline. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, br. 1, Knjiga XXVIII, str. 41-75, Sarajevo.
- Janjić, N., 2002: Šesti prilog poznavanju nesamonikle dendroflore Sarajeva i okoline. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, br. 1, knjiga XXXII, str. 53-97, Sarajevo.
- Jurković, M., 1994: Nove vrste dendroflore introducirane na području Hrvatske. Sumar List, 118 (11-12): 339-348.
- Karavla, J., 1994: Dendrološka i šumsko-uzgojna važnost starih parkova u Samoboru. Sumar List, 118 (7-8): 221-233.
- Karavla, J., 1996: Londonski parkovi s osobitim osvrtom na dendrofloru u Greenwich parku. Sumar List, 120 (5-6): 225-234.
- Karavla, J., 2006: Dendrološke karakteristike zelene potkove grada Zagreba s prijedlogom obnove njezinoga istočnoga dijela. Sumar List, 130 (1-2): 31-40.
- Korać, J., 2009. Obnova starih parkova – na primeru parka „Blandaš“ u Kikindi. Magistarski rad, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Krajter-Ostojić, S., D. Vuletić, Š. Planinšek, U. Vilhar, A. Japelj, 2020: Three Decades of Urban Forest and Green Space Research and Practice in Croatia and Slovenia. *Forests*, 11 (2): 136.
- Kim, G., P. Coseo, 2018: Urban Park Systems to Support Sustainability: The Role of Urban Park Systems in Hot Arid Urban Climates. *Forests*, 9 (7): 439.
- Krüssman, G., 1976-78: Handbuch und Laubgehölzel, II, III, 2. Verlag Paul Parey, Berlin i Hamburg.
- Krüssman, G., 1983: Handbuch und Nadelgehölzel, 2. Verlag Paul Parey, Berlin i Hamburg.
- Kurjakov, A., J. Čukanović, M. Blagojević, E. Mladenović, K. Hiel, S. Vukičević, 2017: Ecological Analysis of the Dendroflora of Futoški Park in the City of Novi Sad. *Contemporary Agriculture*, 66 (1/2): 7-13.
- LEAP, 2013: Općina Iliđa, Sarajevo.
- Marinković, P., D. Grujić-Šarčević, D. Petković, B. Šarčević, (1977). Valorizacija dendroflore i katastar zdravstvenog stanja u parku Vrњачke Banje. Šumarstvo, UŠIT Srbije, Beograd, L (2): 73-80.
- McPherson, E. G., R. A. Rowntree, 1989: Using Structural Measures to Compare Twenty- Two U.S. Street Tree Populations. *Landscape Journal*, 8 (1): 13-23.
- Millward, A. A., S. Sabir, 2010: Structure of a forested urban park: Implications for strategic management. *Journal of Environmental Management*, 91 (11): 2215-2224.
- Morgenroth, J., D. J. Nowak, A. K. Koeser, 2020: DBH Distributions in America's Urban Forests - An Overview of Structural Diversity. *Forests*, 11 (2): 135.
- Nagendra, H., D. Gopal, 2010: Tree diversity, distribution, history and change in urban parks: studies in Bangalore, India. *Urban Ecosystems*, 14 (2): 211-223.
- Netto, S. P., M. K. Amaral, M. Coraiola, 2015: A new index for assessing the value of importance of species – VIS. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. 87 (4): 2265-2279.
- Ninić-Todorović, J., Lj. Nešić, R. Lazović, A. Kurjakov, 2008: Futoški park kao zaštićeni spomenik prirode. *Letopis naučnih radova*, 32 (1): 102-110.
- Obad-Šćitaroci, M., 1988: Perivoj Lipik – povijesni pregled, valorizacija i obnova. Sumar List, 112 (1-2): 37-50.
- Okazova, Z., N. Kusova, F. Agaeva, I. Bigaeva, 2019: Analysis of dendroflora of urbanized territories using the city of Vladikavkaz as an example. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 316: 012046.
- Obad Šćitaroci, M., 1993: Modaliteti zaštite i obnove lječilišnog perivoja u Lipiku, *Prostor*, 1 (2-4): 213-222.
- Obad Šćitaroci, M., B. Bojanic Obad Šćitaroci, K. Radić, 2014: Spa Garden in Daruvar – Methods of Renewal and Reconstruction, *YBL Journal of Built Environment*, Szent István University, Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering, Vol. 2, Issue 2, Budapest, p. 5-16.
- Obad Šćitaroci, M., B. Bojanic Obad Šćitaroci, K. Radić, 2015: Lječilišni perivoj u Lipiku – čimbenici identiteta i kriteriji za revitalizaciju i osuvremenjivanje, *Kulturno naslijede – Prostorne i razvojne mogućnosti kulturnog naslijeda*, Zbornik radova, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 562-567.
- Omanović, M., M. Muslić, M. Hubanić, 2010: Okolišna karakterizacija nesamonikle dendroflore na primjeru „Velikog parka“ Sarajevo. Drugi međunarodni kolokvijum „Biodiverzitet - teorijski i praktični aspekti“. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Zbornik radova 22, 159-166, Sarajevo.
- Pintarić-Avdagić, B., D. Hadžidervišagić, A. Avdagić, S. Hadžić, N. Bašić, 2016: Procjena stanja i mogućnosti za unaprjeđenje dendrološkog sadržaja arboretuma “Slatina”. *Naše šume*, 44/45: 57-66.
- Poljak, I., M. Idžoitić, M. Zebec, 2011: Dendroflora Zoološkog vrta grada Zagreba. Sumar List, 135 (5-6): 269-279.
- Richards, N. A., 1983: Diversity and stability in a street tree population. *Urban Ecology*, 7 (2): 159-171.
- Santamour, F. S. Jr., 1990: Trees for urban planting: Diversity, uniformity and common sense. *Trees for the Nineties: Landscape Tree Selection, Testing, Evaluation and Introduction*. Proc. 7th Conference Metropolitan Tree Improvement Alliance, 57-65, Lisle, Illinois.
- Spellerberg, I. F., P. J. Fedor, 2003: Atribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the ‘Shannon–Wiener’ Index. *Global Ecology and Biogeography*, 12 (3): 177–179.
- Stupar, V., 2009: Dendroflora parka „Univerzitetski grad“ u Banjoj Luci. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci*, 10: 25-42.
- Špaková, M., B. Šerá, 2018: Woody Plants of the Main Part of the Bečov Botanical Garden. *Sumar List* 142 (7-8): 403-409.
- Tafra, D., M. Pandža, M. Milović, 2012: Dendroflora Omiša. *Sumar List* 136 (11-12): 605-616.
- Threlfall, C. G., A. Ossola, A. K. Hahs, N. S. G. Williams, L. Wilson, S. J. Livesley, 2016: Variation in Vegetation Structure and Composition across Urban Green Space Types. *Front. Ecol. Evol.*, 4: 66.
- Vidaković, M., 1982: Četinjače - morfologija i varijabilnost. JAZU i Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Vidaković, A., M. Idžoitić, T. Megyery, D. Turk, I. Poljak, 2020: Park kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu – Drvenaste biljke. *Sumar List*, 144 (9-10).
- Vogt, J., R. J. Hauer, B. C. Fischer, 2015: The Costs of Maintaining and Not Maintaining the Urban Forest: A Review of the Urban Forestry and Arboriculture Literature. *Arboriculture & Urban Forestry*, 41 (6): 293-323.

- Warda, H. D., 2001: Das große Buch der Garten und Landschaftsgehölze, 2. Erweiterte Auflage, Bruns Pflanzen, Bad Zwischenahn.
- Vujković, L.J., U. Brzaković, 1999: Valorizacija parka u Banji Koviljači radi očuvanja njegovih bioloških i kompozicionih vrednosti. Glasnik Šumarskog fakulteta, 78-79: 29-42.
- Wiryani, E., M. Jumari, 2018: The abundance and importance value of tree in "Sendang Kalimah Toyyibah" surrounding and its implication to the spring. Journal of Physics: Conf. Ser., 1025, The 7th International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Science and Its Application, Semarang, Indonesia.
- Xie, C., 2018: Tree diversity in urban parks of Dublin, Ireland. Fresenius Environmental Bulletin, 27 (12A): 8695-8708.
- Zebec, M., M. Idžožtić, I. Poljak, M. Zebec, 2014: Dendroflora i usklađenost arhitektonskih i hortikulturnih elemenata parka oko šumarskog i agronomskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu. Sumar List, 138 (1-2): 55-64.

SUMMARY

This study investigated the importance of tree species and their families in the old historical park Ilijadža, which has an area of 16.5 ha and is located near the city of Sarajevo in Bosnia and Herzegovina. The dendrometric variables of greatest importance (diameter at breast height, height, and crown diameter) were measured and the diameter distribution were determined and analyzed. The importance of tree species and their families was determined by an index of relative importance which was calculated using relative abundance and relative dominance. The results of this study show that the inversely proportional linear distribution of diameters is within acceptable parameters for historical parks, however there is an insufficient number of trees in the lowest and higher diameter classes. The most significant tree species having an index of relative importance greater than 10% were: sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.), European ash (*Fraxinus excelsior* L.), largeleaf linden (*Tilia platyphyllos* Scop.) and Norway maple (*Acer platanoides* L.). These results of this study have a practical application in planning short-term measures for maintenance and care, as well as for the development of long-term strategies in order to achieve sustainable biological stability and other functionalities of urban green surfaces (ecological, biological, aesthetic, social, etc.).

KEY WORDS: historical park, urban trees, importance of species, diameter distribution, structural characteristics



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su " Švicarskom preciznošću " u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.

UPORABA SENTINEL 1 I SENTINEL 2 SNIMAKA U IDENTIFIKACIJI NESTALIH ŠUMSKIH POVRŠINA – STUDIJA SLUČAJA FRUŠKA GORA (SRBIJA)

DEFORESTATION MONITORING WITH SENTINEL 1 AND SENTINEL 2 IMAGES – THE CASE STUDY OF FRUSKA GORA (SERBIA)

Dušan JOVANOVIĆ¹, Milan GAVRILOVIĆ², Mirko BORISOV³, Miro GOVEDARICA⁴

SAŽETAK

Poznavanje točnih i ažurnih geoprostornih podataka o šumama i šumskim površinama dobivenih interpretiranjem podataka metodama daljinskih istraživanja, ima veliko značenje na pravovremenu intervenciju i upravljanje šumskim površinama, dok odluke temeljene na zastarjelim i nedovoljno preciznim podacima mogu imati vrlo negativne posljedice.

U ovome radu prezentirana je metoda analize radarskih Sentinel 1 SAR satelitskih snimaka, zajedno s kombinacijom multispektralnih Sentinel 2 snimaka, s ciljem identifikacije nestalih i novo nastalih šumskih površina, kao i ocjenom uporabljivosti besplatnih, svima dostupnih radarskih satelitskih snimaka za promatranje šumskih površina. Klasifikacija radarskih snimaka obavljena je pomoću *Random Forest* klasifikacijskog algoritma na *Cloud platformi*. Provedena studija pokazala je da je u svakom analiziranom periodu od 2016. do 2019. godine veća površina pod nestalom šumom u odnosu na novonastalu površinu pod šumama. Procjena točnosti klasifikacije za svaki promatrani period izvršena je računanjem matrice grešaka i *Kappa* statistike, a prosječna točnost klasifikacije je oko 97%. Vizualnom analizom i usporedbom dobivenih rezultata s povijesnim podacima potvrđena je visoka točnost identifikacije nestalih šumskih površina. Prezentirana metoda je pokazala da se vrlo brzo, na osnovi slobodno dostupnih satelitskih snimaka može doći do pouzdanih i ažurnih podataka zadovoljavajuće kvalitete.

KLJUČNE RIJEČI: SAR, Copernicus, Random forest klasifikacija, monitoring šuma, detekcija promjena

UVOD INTRODUCTION

Šumama je prekrivena gotovo trećina kopnene površine u svijetu pa one predstavljaju jedan od najvažnijih ekosustava na našoj planeti i jedan od osnovnih elementa za borbu protiv klimatskih promjena. Skladištenje i pretvaranje ugljičnog dioksida (C_0_2) u kisik, smanjenje efekta erozije

zemljišta izazvane padalinama te prirodno stanište velikom broju vrsta biljnog i životinjskog svijeta, čine šume jednim od najbitnijih čimbenika u kopnenim ekosustavima. Osim toga, šume su najveće kopneno skladište ugljika koji čini oko 85% ukupne biomase kopnene vegetacije (Reay, 2008). Kao najveći rezervoar bioloških resursa, šume imaju nezamjenjivu ulogu u upravljanju ekosustavima u smanjenju

¹ Izv. prof. dr. Dušan Jovanović, dipl. inž. elektr. i računar., Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21 000 Novi Sad, Srbija, e-mail: dusanbuk@uns.ac.rs

² Milan Gavrilović, mast. inž. geod., Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21 000 Novi Sad, Srbija, e-mail: milangavrilovic@uns.ac.rs

³ Izv. prof. dr. Mirko Borisov, dipl. inž. geod., Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21 000 Novi Sad, Srbija, e-mail: mborisov@uns.ac.rs

⁴ Izv. prof. dr. Miro Govedarica, dipl. inž. geod., Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21 000 Novi Sad, Srbija, e-mail: miro@uns.ac.rs

utjecanja na klimatske promjene, zaštitu okoliša i poboljšanje ekološke sigurnosti (Woodwell i dr., 1978, Penman i dr., 2003, IPCC, 2006). Čest problem ublažavanja klimatskih promjena je smanjenje i oštećenje šuma, kao i povećanje šumskih resursa (Millar i dr., 2007).

Brzo krčenje šuma stvara veliku opasnost i povećava učinak klimatskih promjena. Svake godine se širom svijeta uklanjuju velike šumske površine i potrebno je precizno nadgledanje ovih aktivnosti da bi se smanjio njihov negativni utjecaj. Međutim, nije svako krčenje šume uništavanje prirode, već samo ono bez plana i suprotno propisima dok kontrolirano krčenje utječe pozitivno na životnu sredinu. Posljednjih desetak godina svjedoci smo dramatično ubrzane komercijalne eksploracije šuma koja ima za cilj ponajprije pretvaranje šuma u drvnu masu za prodaju, što legalno, što nelegalno.

Dugogodišnje devastiranje Fruške gore te neorganizirana i neplanirana krčenja šuma imala su za posljedicu da su u ovom nacionalnom parku „rupe“ na mjestu nekadašnjih šuma postale vidljive i *golim okom* na satelitskim snimcima. U Vojvodini su 2016. godine šumokradice posjekle gotovo 1600 kubičnih metara drveta i to najviše u Šumskom gospodarstvu „Banat“ Pančevo. U Vojvodina šumama kažu da je samo od 2012. do 2016. godine iz ovog gospodarstva bespravno posjećeno skoro 3800 kubičnih metara drva, a kao jedan od razloga navodi se blizina grada i velika razjedinjenost terena.

Tradicionalne metode nadgledanja šumskih površina podrazumijevaju primjenu različitih metoda uzorkovanja i terenskog istraživanja, što predstavlja zahtjevan i dugotrajan postupak (Li i dr., 2015, Chen i dr., 2017). U tom smislu, tehnologije daljinskih istraživanja se mogu koristiti za dobivanje informacija o šumama u teško pristupačnim područjima, nadopunjajući tradicionalne metode i smanjujući potrebe za odlaskom na teren. Program Copernicus (Copernicus, 2020), koji obuhvaća satelite sa različitim prostornim i vremenskim rezolucijama za promatranje planete Zemlje pruža priliku za brzo evidentiranje i kartiranje promjena šumskih površina i redovno ažuriranje stanja šuma. Primjena daljinskih istraživanja u šumarstvu uključuje:

- Izvidačko kartiranje (određivanje tipa šumskog pokrova te kartiranje poljoprivrednog zemljišta i šuma);
- Komercijalno šumarstvo (kartiranje izdvojenih dijelova šume, razgraničenje izgorjelih dijelova šuma, inventarizaciju vrsta šuma, računanje biomase i drugo);
- Nadgledanje životne sredine (krčenje, zaštita slivova, obala i zdravlje šuma) (Jovanović, 2010).

Daljinska istraživanja omogućavaju uporabu različitih alata, koji uz pomoć snimaka iz više razdoblja osiguravaju korisnicima identifikaciju promjena i kvantificiranje gubitaka

šumskih površina. Vremenske serije snimaka Copernicus satelita SAR Sentinel 1 (S-1) i optičkog Sentinel 2 (S-2), zbog svojih visokih prostornih (10 m) i vremenskih rezolucija (5 dana), pružaju sjajnu priliku za nadgledanje šumskih površina. Za razliku od većine SAR podataka (npr. RADAR-SAT-2 ili TerraSAR-X) i optičkih satelitskih platformi (npr. SPOT, Planet, WorldView 2,3) ovi podaci su slobodni i dostupni za korištenje.

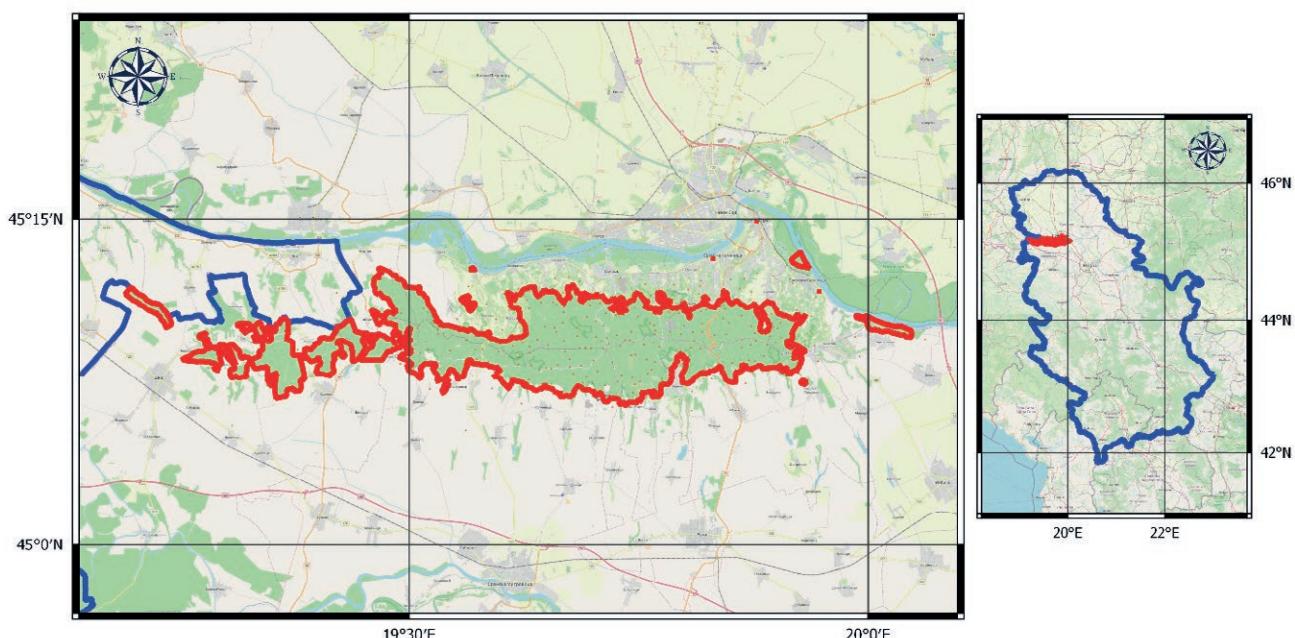
Studije koje koriste S-1 ili S-2 vremensku seriju obično su usmjerenе na homogena poljoprivredna ili šumska područja i na klasifikacije nekoliko tipičnih klasi zemljишnog pokrivača (Belgiu i Csillik, 2018, Denize i dr., 2019, Puletti i dr., 2017, Tsai i dr., 2018). Druga grupa radova bavi se analizom kombinacija SAR snimaka, ponajprije S-1 podataka s optičkim snimcima kao što su Landsat snimci ili spomenuti S-2, a sve u cilju povećanja preciznosti klasifikacije (Reiche i dr., 2018), ali još uvjek je mali broj radova koji se bavi analizom vremenske serije samo S-1 snimaka za detekciju nestalih šumskih površina. Na kraju, tu je grupa radova koja se bavi uporabom Google Earth Engine zajedno sa S-1 i S-2 snimcima (Traganos i dr., 2018, Mahdianpari i dr., 2019).

Cilj ovoga rada je prikazati mogućnosti detekcije nestalih šumskih površina uz pomoć vremenskih serija satelitskih SAR S-1 snimaka uz podršku S-2 snimaka za područje nacionalnog parka Fruška gora. U okviru rada provedena je i studija na području Fruške gore u kojoj je prikazan način identifikacije nestalih površina pod šumama za razdoblja 2016, 2017, 2018 i 2019 godine.

MATERIJALI I METODE MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja – Research area

Područje Vojvodine, s manje od 6.50% njegove ukupne površine, jedno je od regija s najmanjim šumskim pokrivačem u Europi. Šume Vojvodine su neravnomjerno raspoređene i uglavnom smještene u uskim i širim predjelima uz rijeke, koje predstavljaju manje i veće šumske komplekse (Čortan, 2015). Fruška gora zauzima sjeverni dio Srijema (Slika 1), i proteže se u dužini od oko 75 km i širini od 12 do 15 km sa površinom od oko 255 km². Fruška gora je 1960. proglašena nacionalnim parkom i tako je postala prvi nacionalni park u Srbiji (Gavrilović i dr., 2014). To je niska planina, sa najvišim vrhom od 539 m (Crvena čot). Doline Fruške gore prekrivene su livadama, pašnjacima i poljima kukuruza, a padine su prekrivene voćnjacima i vinogradima. Pojedini dijelovi planina viši od 300 metara prekriveni su gustom listopadnom šumom. Fruška gora predstavlja područje s najvećom koncentracijom lipe u jugoistočnoj Europi, a uz nju se pojavljuju šume hrasta, bukve, graba, topole i vrbe kao monodominantne šume ili



Slika 1. Područje istraživanja: nacionalni park Fruška gora

Figure 1. Research area: national park Fruška gora

mješovite sastojine. Klima i tlo Fruške gore pogodno je za uzgoj vinove loze i voćnjaka, zbog čega su neki dijelovi Fruške gore poznata vinska regija u Srbiji (Jovanović, 2011).

Satelitski snimci – *Satellite images*

Za spomenuto pilot područje korišteni su dvostruko polarizirani C-band SAR podaci Sentinel 1 satelitske platforme. Obrada ovih podataka je obavljena je u Cloud platformi Google Earth Engine¹ (GEE), što znači da je korištena kolekcija podrazumijevala uporabu Ground Range Detected (GRD) scena, koji su već procesirani korištenjem Sentinel 1 alata za generiranje kalibriranih, orto-rektificiranih proizvoda. Svaka korištena S-1 scena ima jednu od tri rezolucije (10, 25 ili 40 metara), tri moda snimanja i 4 potencijalne kombinacije polarizacije (jedan opseg VV ili HH polarizacija, ili dva opsega sa VV+VH ili HH+HV polarizacijama).

Sve S-1 snimke korištene u ovoj studiji, prethodno su pripremljene (engl. Preprocessing data) i to na način da su: uklonjene termalne smetnje (engl. Thermal noise removal), obavljena radiometrijska kalibracija (engl. Radiometric calibration) i korekcija terena (engl. Terrain correction) korištenjem SRTM 30 DEM-a te su na kraju svi podaci pretvoreni u decibele logaritamskim skaliranjem.

Za prikupljanje reprezentativnih uzoraka za klasu šume, korišteni su multispektralni podaci sa Sentinel 2 satelitske

platforme. Ova platforma sadrži 13 spektralnih opsega različitih prostornih rezolucija (10, 20 i 60 metara), a podaci s iste su upotrijebljeni iz razloga što je prikupljanje trening uzoraka samo na osnovi radarskih snimaka kompleksno.

METODE

METHODS

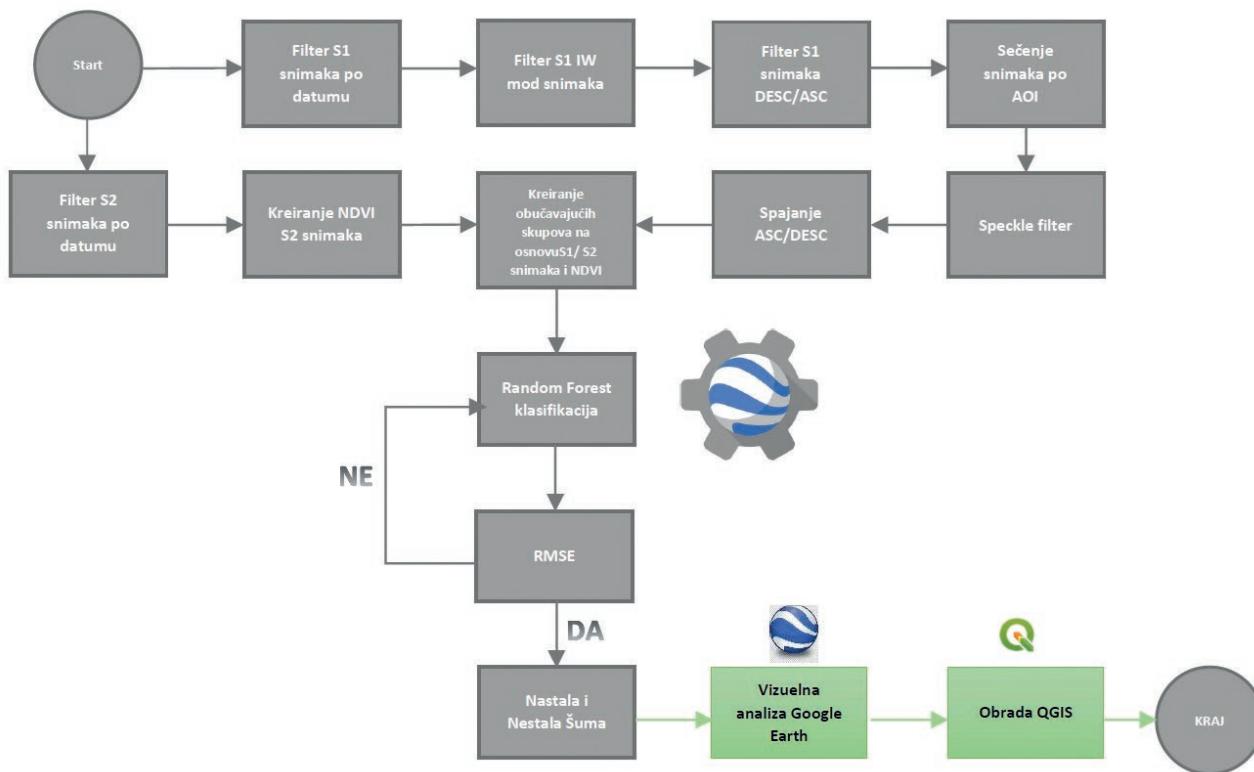
U okviru ove studije autori su dali prijedlog tijeka procesa identifikacije nestalih i nestalih šumskih površina na osnovi podataka nastalih na načelima daljinskih istraživanja. Predloženi koraci u ovom slučaju prikazani su na slici 2.

Postupak klasifikacije šumskih površina i detekcija nestalih i novonastalih površina pod šumama, u određenim dijelovima podrazumijeva iste postupke za serije vremenskih snimaka, bez obzira za koje razdoblje se odlučimo. Za potrebe ove studije slučaja, obavljena je analiza za četiri godine u periodu od 2016. do 2019. godine.

Prvi korak je preuzimanje radarskih snimaka² sa Sentinel 1 i optičkih snimaka sa Sentinel 2 platforme, nad kojima je izvršeno filtriranje po datumu i području interesa. Radarski snimci su posebno filtrirani i po načinu snimanja, gdje su korišteni snimci nastali u Interferometric Wide Swath režimu sa VH polarizacijom i po putanji satelita, da bi se sma-

¹ <https://code.earthengine.google.com/>

² Iako su u pitanju radarski snimci koji zahtijevaju da se nad njima izvrši odgovarajući pre-procesing, Google Earth Engine (GEE) isporučuje već prethodno obrađene snimke. Pre-procesing obuhvaća: primjenu fajla sa putanjom satelita, uklanjanje šuma na rubu snimaka, uklanjanje termalnog šuma, radiometrijsku kalibraciju i ortorektifikaciju.



Slika 2. Tijek procesa

Figure 2. Workflow

njio utjecaj sjena i gubitka informacija uslijed dijelova područja od interesa koji nisu osvjetljeni senzorom. U ovom slučaju su izabrani posebno snimci s padajućom (engl. ascending) i rastućom (engl. descending) putanjom satelita. Ove dvije vrste snimaka, s uzlaznom i silaznom putanjom su zatim presjećene sa granicom nacionalnog parka Fruška gora. Zbog tipičnih karakteristika radarskih snimaka, kao što su mrlje, kao obavezni korak prije klasifikacije, provedeno je smanjenje utjecaja mrlja. Za ovo je korištena statistička metoda filtriranja, odnosno zaglađivanja slike (engl. Speckle Filtering) koje se obavljalo na svim vremenskim serijama radarskih snimaka. Kao što se vidi na slici 2, filtrirani snimci su zatim spajanjem pretvoreni u mozaik, gdje je za svaki piksel zadržana maksimalna vrijednost refleksije, na osnovi čega je dobiven jedan raster s jednim slojem na kojemu ne postoje radarske sjene.

Usporedo s ovim koracima, na osnovi Sentinel 2 snimaka kreirani su NDVI indeksi za svaki izabrani snimak. Prije samog postupka klasifikacije, napravljeni su i trening uzorci. Ovaj postupak svakako nije jednostavan ako se koriste samo radarske snimke, te je obavljeno kombiniranje radarskih i optičkih snimaka istog datuma za svaku godinu pojedinačno. Da bi sa sigurnošću tvrdili da su obuhvaćeni oni pikseli koji predstavljaju područja gdje je šuma i pod-

ručja gdje nije šuma, optički snimci vizualno su prikazani s različitim kombinacijama RGB prikaza vidljivih i infracrvenih opsega.

Za svaku godinu napravljeno je po trideset trening uzorka, za područja gdje je šuma (klasa forest) i područja gdje nije bila šuma u promatranom trenutku vremena (klasa non_forest). Nakon ovoga izvršena je klasifikacija, uz oslonac na već implementirani Random Forest algoritma u okviru GEE. Argumenti Random Forest klasifikatora podešavaju se u iterativnom postupku koji se ponavlja dok se ne dobije zadovoljavajuća točnost klasifikacije. Tijekom ovog postupka, za svaki klasificiranu snimku potrebno je prilagoditi sljedeće parametre³:

- Broj stabala za svaku kreiranu klasu (numberOfTrees);
- Broj promjenjivih pri granjanju (variablesPerSplit);
- Minimalnu veličinu terminalnog čvora (minLeafPopulation);
- Uzalni dio promjenjivih po drvetu (bagFraction) i
- Slučajni broj koji ako se podesi osigurava isti izlazni rezultat (seed).

Za svaku godinu od 2016. do 2019. dobiveni su rezultati klasifikacije promatranog područja u vidu tematske karte, odnosno rastera s vrijednostima 0 – nije šuma i 1 – šuma.

³ https://developers.google.com/earth-engine/api_docs#ee.classifier.randomforest

Tablica 1. Ocjena točnosti

Table 1. Accuracy assessment

Godina	Ukupna točnost	Kappa statistika
2016	0.9734	0.93
2017	0.9810	0.96
2018	0.9900	0.98
2019	0.9732	0.95

Za svaki rezultat klasifikacije izvršena je i kontrola točnosti na osnovi matrice pogrešaka i Kappa statistike istih. Rezultati kontrole točnosti su prikazani u Tablici 1.

REZULTATI I DISKUSIJA

RESULTS AND DISCUSSION

Nakon provedene klasifikacije, izvršena je analiza promjene šumskog pokrivača za različita razdoblja, i to 2016-2017,

2017-2018, 2018-2019, ali i analiza za razdoblje od tri godine, odnosno od 2016. do 2019. godine. Rezultat klasifikacije za svaku godinu predstavljen je rasterom s vrijednostima piksela 0 – nije šuma i 1 – šuma. Za svaki navedeni period, kreirani su novi rasteri oduzimanjem promatrane od prethodne godine (npr. 2017-2016).

Na slici 3 je prikazan rezultat ovako kreiranih rastera, za svaki odabrani period, koji može imati jednu od tri vrijednosti piksela i to:

- 1 (nastanak novog šumskog pokrova, zelena boja),
- 0 (nema promjene, smeđa boja), ili
- 1 (nestanak šumskog pokrova, crvena boja).

Kako bi bili sigurni da su rezultati analize za razdoblje 2016-2019 godine pouzdani, obavljena je i dodatna analiza. Rezultati za tri uskcesivna razdoblja od 2016. do 2019. godine su prikupljeni, a zbroj vrijednosti prethodno kreiranih ra-

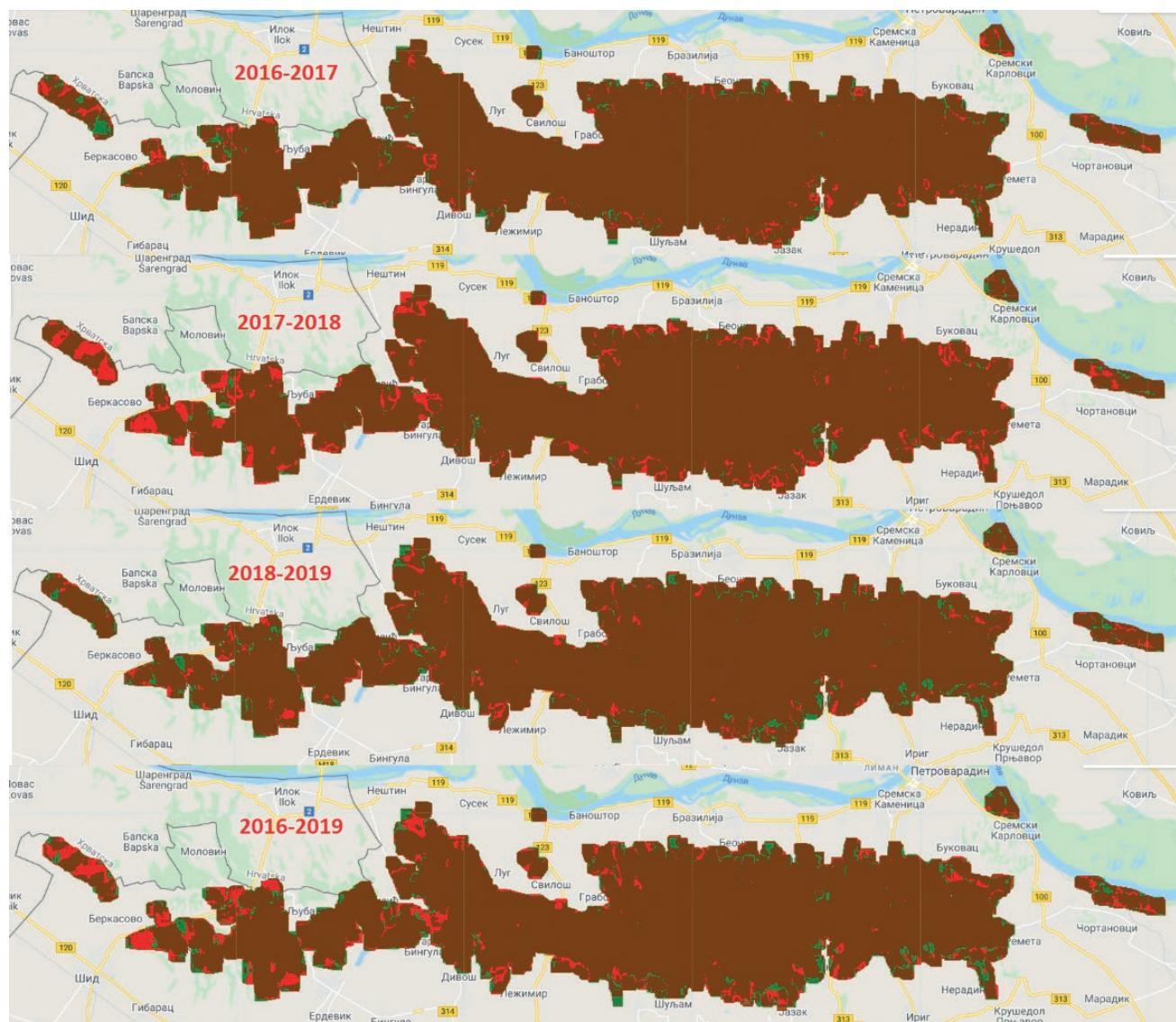
**Slika 3.** Rezultati obrade za svako vremensko razdoblje i zbirni rezultat za period od 2016 do 2019 godine

Figure 3. Results for each period and cumulative result for the period from 2016 to 2019

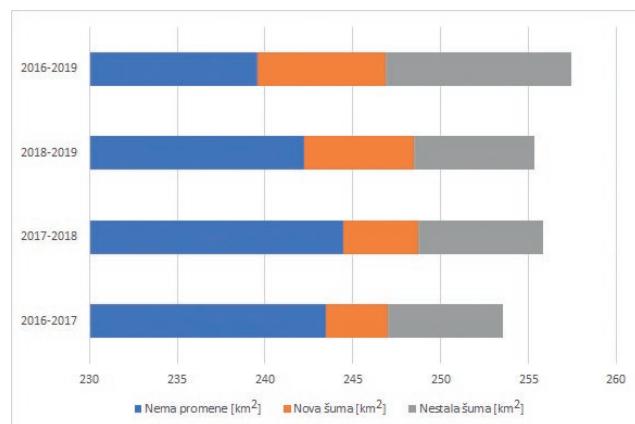
Tablica 2. Rezultati analize za promatrana razdoblja**Table 2.** Results of analysis for the observed period

Vremensko razdoblje	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2016-2019
nema promjene [km ²]	243.45	244.42	242.23	239.56
nova šuma [km ²]	3.56	4.27	6.21	7.29
nestala šuma [km ²]	6.50	7.16	6.89	10.59

stera je uspoređen i predstavljen u obliku novog rastera koji definira promjenu 2016-2019 godine (Slika 3). Nakon ove operacije, svaki piksel novog rastera, tj. rastera dobivenog sumiranjem, za period 2016-2019 može imati jednu od sljedećih vrijednosti:

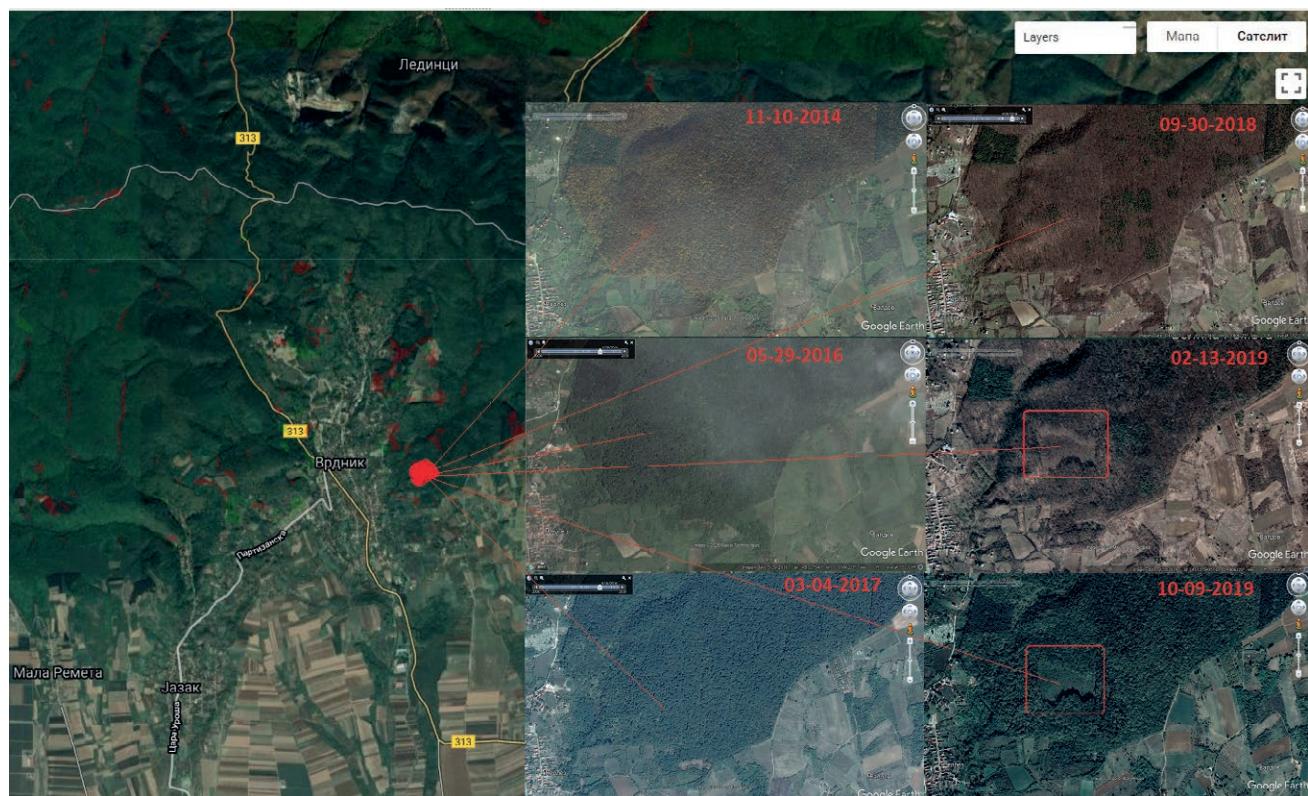
- 3 (greška, nema promjena – smeđa boja),
- 1 (nestala šuma, crvena boja), ili
- –1 (novo nastala šuma, zelena boja).

Ukoliko se rezultati u rasteru koji predstavlja razliku između 2018. i 2019. godine, ali i u rezultatima za razdoblju 2016-2019 godine poklapaju, onda je promatrani piksel prihvaćen kao piksel na kojem se dogodila jedna od promjena. Na ovaj način uspoređivanjem dva rezultata, može se smatrati da je lokacija o nestalim ili nastalim šumama pouzdana.

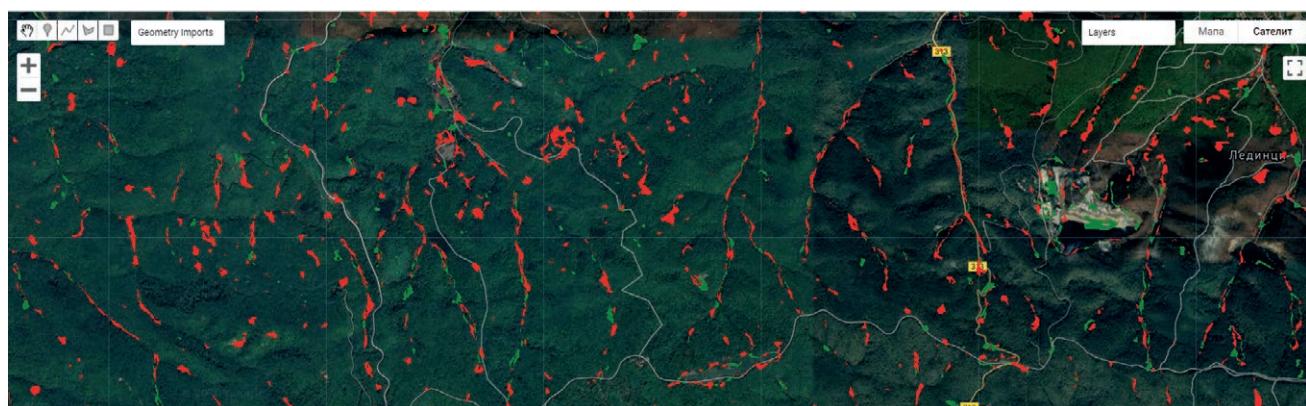
**Slika 4.** Dijagram promjena šumskog područja**Figure 4.** Graph of forest area change

Dobiveni rezultati su preuzeti sa GEE i izvršena završna obrada u QGIS⁴ programu koja je uključivala vektorizaciju, analizu dobivenih rezultata i računanje nestalih i novo nastalih šumskih površina, a rezultati ove usporedne analize za navedena razdoblja, prikazani su u Tablici 2.

Na osnovi prikazanih rezultata može se uočiti da je u razdoblju od 2017. do 2018. godine došlo do najvećih gubitaka

**Slika 5.** Primjer rezultata nestale šumske površine za razdoblje od 2016. do 2019. godine u blizini naselja Vrdnik u južnim dijelovima nacionalnog parka Fruška gora**Figure 5.** Example of deforested area for time period between 2016. and 2019. GEE, near city Vrdnik in south part of national park Fruška gora

⁴ <https://www.qgis.org/en/site/>



Slika 6. Primjer pogreške u osjenčanim dijelovima nacionalnog parka Fruška gora

Figure 6. Example of error in shadow area in national park Fruška gora

u šumskom pokrivaču na Fruškoj gori, dok je taj gubitak bio najmanji u razdoblju od 2016. do 2017. godine. Također, može se uočiti trend porasta novih šumskih površina, ali također i da je u svakom razdoblju ipak veća površina pod nestalom nego pod novonastalom šumom. Uz analize za svaku pojedinu godinu, izvršena je i trogodišnja analiza, u cilju pokušaja pronalaska lokacija na kojima je došlo do promjena u razdoblju od 2016. do 2019. godine, a rezultati su prikazani i na slici 4.

Dodatna provjera dobivenih rezultata je vršena uz pomoć Google Earth Pro⁵ aplikacije.

Preuzeti i obrađeni podaci provjeravani su vizualnom analizom u Google Earth. Jedan primjer provjere rezultata detekcije nestalih šumskih površina, za period od 2016. do 2019. godine, u blizini naselja Vrdnik na južnim padinama nacionalnog parka Fruška gora prikazan je na slici 5. Kako bi bili sigurni da su dobiveni rezultati točni prilikom vizualne analize u Google Earth, odabrane su snimke neposredno nakon akvizicije Sentinel 1 radarskih snimaka. Analizirajući vrijednosti u Tablici 1, te imajući u vidu ukupnu točnost i Kappa statistiku klasifikacije za svaku godinu, može se zaključiti da će i sami rezultati detekcije nastalih i nestalih šuma također biti visoke točnosti. Također treba naglasiti da su nakon preuzimanja rezultata i dodatnom analizom rezultata u QGIS-u, uočeni problemi koji su najviše zastupljeni u usjecima ili dijelovima gdje prolaze putevi kroz nacionalni park Fruška gora (Slika 6). Iako je tijekom obrade radarskih snimaka, s ciljem eliminacije ovih grešaka korišten raster kreiran od snimka sa silaznom i uzlaznom putanjom, očigledno nije bilo moguće u potpunosti izbjegći utjecaj sjene na spomenutim područjima.

Shodno tomu, sva pogrešno detektirana područja, tj. poligoni nestalih šuma izazvani radarskom sjenom, uklonjeni

su ručno tijekom analize rezultata. Možemo zaključiti da postupci koji koriste samo SAR podatke za kartiranje nestalih i novonastalih šumskih područja još uvijek nisu dovoljno dobro razvijeni da bi se mogli samostalno koristiti te da bi se na osnovi njih mogla automatski ukloniti sva sjenama izazvana problematična područja. Međutim i uz ovaj nedostatak pri korištenju SAR snimaka, dobiveni su rezultati visoke točnosti.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

U opisanom istraživanju pokazano je kako se klasifikacijom radarskih satelitskih snimaka mogu dobiti kvalitetni podaci koji predstavljaju granice područja nestalih ili novonastalih šumskih površina. Provjerom točnosti provedene klasifikacije te vizualnom analizom potvrđena je metoda identifikacije interpretiranih klasa. U radu je prikazana metodologija i prednosti primjene slobodnih satelitskih snimaka, ponajprije radarskih, ali i obrada u GEE platformi zasnovanoj na oblaku, uporaba arhiva javno dostupnih snimaka za cijelu planetu i na kraju uporaba slobodnih programa za post procesiranje/kodiranje kao što je QGIS.

Opisana metodologija se temelji na izboru područja od interesa, izboru radarskih snimaka za izabrani period, obradi snimaka, izboru i kombiniranjem radarskih i multispektralnih snimaka (Sentinel 1 i Sentinel 2). Nakon što su provedeni ovi koraci, prelazi se na klasifikaciju snimaka iz svakog perioda uz pomoć Random Forest algoritma, i na kraju, da bi se uočile nastale promjene, nakon klasifikacije kreirane su novi rasterski podaci koji mogu sadržavati samo dvije vrijednosti piksela. Razlika ovakva dva rastera na kraju ukazuje da li je došlo do promjene ili ne za promatrani period.

⁴ <https://www.google.com/earth/>

Ovakav pristup identifikaciji nestalih i novonastalih šumskih površina jednostavan je za implementaciju te ima niz prednosti u odnosu na tradicionalne terenske metode. Prednosti se ponajprije ogledaju u dostupnosti povijesnih podataka i mogućnosti da se analiziraju nepristupačna područja i velike površine nezavisno od vremenskih uvjeta i vremena akvizicije.

Na osnovi prikazanih rezultata, zaključuje se da klasifikacija SAR snimaka može poslužiti pri identifikaciji nastalih promjena u šumskom pokrovu. Također, uporaba GEE u daljinskim istraživanjima u području šumarstva, bez obzira da li se koriste radarske ili optičke snimke, može se smatrati izuzetno učinkovita i pouzdana. GEE ima primat u odnosu na ostale programe zbog obrade u oblaku koja ne zahtijeva posjedovanje računala s visokim performansama, ali je svakako još uvijek potrebno obaviti kontrolu, kao što je i pokazano kombinacijom vizualne analize i interpretacije satelitskih snimaka.

LITERATURA

REFERENCES

- Belgiu, M., O. Csillik, 2018: Sentinel-2 cropland mapping using pixel-based and object-based time-weighted dynamic time warping analysis, *Remote Sensing Environment*, 204: 509–523.
- Gavrilović, B., B. Gavrilović, S. Čurčić, D. Stojanović, D. Savić, 2014: Leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of mt. Fruška gora (Vojvodina province, northern Serbia) with an overview of host plants, *Šumarski list*, 138 (1-2): 29–41.
- Chen, X., S. Liang, Y. Cao, 2017: Sensitivity of summer drying to spring snow-albedo feedback throughout the Northern Hemisphere from satellite observations, *IEEE Geoscience Remote Sensing Letters*, 14: 2345–2349.
- Copernicus: <https://www.copernicus.eu/en>, (Pristupljeno: 15. 06. 2020.).
- Denize, J., Hubert-Moy, L., Betbeder, J., Corgne, S., Baudry, J., Pottier, E, 2019: Evaluation of Using Sentinel-1 and -2 Time-Series to Identify Winter Land Use in Agricultural Landscape, *Remote Sensing*, 11: 37-55.
- Čortan, D., B. Tubić, M. Šijačić-Nikolić, D. Borota, 2015: Variability of black poplar (*Populus nigra* L.) leaf morphology in Vojvodina, Serbia. *Šumarski list*, 139 (5-6): 245-252.
- IPCC, 2006: Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Jovanović, D., M. Govendarica, I. Badnjarević, V. Pajić, 2010: Object based image analysis in forestry change detection, *IEEE International Symposium On Intelligent Systems And Informatics*, Subotica: IEEE.
- Jovanović, D., M. Govendarica, I. Badnjarević: 2011: Presenting And Comparing The Object Based Image Analysis and Standard Image Analysis For Change Detection of Forest Areas, Using Low-Resolution Satellite Imagery, *The International Multidisciplinary Scientific GeoConference and Expo (Surveying Geology & mining Ecology Management)*, str. 2, 11, 329-336, Albena, Bulgaria: SGEM.
- Li, D., Y. Ke, H. Gong, X. Li, 2015: Object-based urban tree species classification using bi-temporal WORLDView-2 and WORLDView-3 images, *Remote Sensing*, 7: 16917–16937.
- Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., Homayouni, S., Gill, E, 2019: The First Wetland Inventory Map of Newfoundland at a Spatial Resolution of 10 m Using Sentinel-1 and Sentinel-2 Data on the Google Earth Engine Cloud Computing Platform, *Remote Sensing*, 11: 1-43.
- Millar, C., N. Stephenson, S. Stephens, 2007: Climate change and forests of the future: Managing in the face of uncertainty, *Ecological Applications*, 17: 2145–2151.
- Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, 2003: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry; Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gas Inventories Programme (IPCC-NGGIP), Hayama, Japan.
- Puletti, N., F. Chianucci, C. Castaldi, 2017: Use of Sentinel-2 for forest classification in Mediterranean environments, *Annals of Silvicultural Research*, 42 (1).
- Reay, D., 2008: Climate change for the masses, *Nature*, 452(31).
- Reiche, J., E. Hamunyela, J. Verbesselt, D. Hoekman, M. Herold, 2018: Improving near-real time deforestation monitoring in tropical dry forests by combining dense Sentinel-1 time series with Landsat and ALOS-2 PALSAR-2, *Remote Sensing Environment*, 204: 147–161.
- Tragano, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N., Reinartz, P, 2018: Towards Global-Scale Seagrass Mapping and Monitoring Using Sentinel-2 on Google Earth Engine: The Case Study of the Aegean and Ionian Seas, *Remote Sensing*, 10(8): 1227-1241.
- Tsai, Y.H., Stow, D., Chen, H.L., Lewison, R., An, L., Shi, L, 2018: Mapping Vegetation and Land Use Types in Fanjingshan National Nature Reserve Using Google Earth Engine, *Remote Sensing*, 10(6): 927-941.
- Woodwell, G., R. Whittaker, W. Reiners, G. Likens, C. Delwiche, D. Botkin, 1978: The biota and the world carbon budget. *Science*, 199: 141-146.

SUMMARY

Forest and forest ecosystems have a big importance for the whole living world on the earth. Rapid deforestation poses a great danger and increases the effects of climate change. Large forest areas are cut down every year around the world and these activities need to be closely monitored to reduce their negative impact. Knowledge of valid and current geospatial data on forests and forest areas, obtained by interpreting the data by remote sensing methods has great importance for rapid response and man-

agement of forest areas. Decisions that are based on outdated and insufficiently precise data can have negative consequences.

The researched area of Fruška gora is located in Vojvodina and occupies the northern part of Srem. Due to its natural properties, it enjoys the status of a special nature reserve. Pastures and fertile land, vineyards and orchards, decorate the slopes and lower parts of Fruška gora, while the areas above 300 meters above sea level are covered with dense, deciduous forests.

This paper presents a method of analysis of radar Sentinel 1 SAR satellite images, together with a combination of multispectral Sentinel 2 images, with the aim of identifying missing and newly formed forest areas, as well as assessing the usability of free, for everyone available radar satellite images for forest observation.

The described methodology is based on the selection of areas of interest, the selection of radar images for the chosen time epoch, image processing, the selection of training sets by combining radar and multispectral images. The classification of radar images was performed on the Cloud platform using the Random Forest classification algorithm. The study showed that in each analysed period from 2016 to 2019, the area under missing forest is larger in relation to the newly created area under forests, as well as the growing trend of new forest areas.

Estimation of classification accuracy for each observed time epoch was performed by calculating the error matrix and Kappa statistics, and the average classification accuracy was about 97%. Visual analysis and comparison of the obtained results with historical data confirmed the high accuracy of identification of missing forest areas.

The presented method showed that RF classification of free Sentinel 1 and 2 satellite images, can be used as a reliable and up-to-date data for forest monitoring with satisfactory quality and very quickly.

KEY WORDS: SAR, Copernicus, Random forest classification, forest monitoring, change detection



Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (*Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers*) osnovana je na temelju Zakona o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije (NN 22/06).

Komora je samostalna i neovisna strukovna organizacija koja obavlja povjerene joj javne ovlasti, čuva ugled, čast i prava svojih članova, skrbi da ovlašteni inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i uskladjuje njihove interese pred državnim i drugim tijelima u zemlji i inozemstvu.

Članovi Komore:

- inženjeri šumarstva i drvne tehnologije koji obavljaju stručne poslove iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije.

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

- projektiranje, izrada, procjena, izvođenje i nadzor radova iz područja uzgajanja, uređivanja, iskorištavanja i otvaranja šuma, lovstva, zaštite šuma, hortikulture, rasadničarske proizvodnje, savjetovanja, ispitivanja kvalitete proizvoda, sudskoga vještačenja, izrade i revizije stručnih studija i planova, kontrola projekata i stručne dokumentacije, izgradnja uređaja, izbor opreme, objekata, procesa i sustava, stručno osposobljavanje i licenciranje radova u šumarstvu, lovstvu i preradi drva.

Javne ovlasti Komore:

- vodi imenik ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije,
- daje, obnavљa 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 interes svojih članova,
- daje stručna mišljenja kod pripreme propisa iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- organizira stručno usavršavanje svojih članova,
- izdaje glasilo Komore te druge stručne publikacije.

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te posizvanje ciljeva ravnopravnog 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.

KLIMATSKA OSJETLJIVOST KRONOLOGIJE CRNOGA BORA (*Pinus nigra* Arnold.) NA SJEVERNOM VELEBITU

CLIMATE SENSITIVITY OF BLACK PINE (*Pinus nigra* Arnold.) CHRONOLOGY IN THE NORTHERN VELEBIT

Boris MIKLIC¹⁺, Anja ŽMEGAČ², Domagoj TRLIN², Marko OREŠKOVIĆ², Stjepan MIKAC², Igor ANIĆ^{2,3}

SAŽETAK

Zabrinutost oko mogućih posljedica klimatskih promjena i njihovog utjecaja na Mediteransko područje ukazuje na potrebu boljeg razumijevanja varijabilnosti klime dugo u povijest, a posebice izvan razdoblja obuhvaćenih instrumentalnim mjerjenjima. Kako bismo poboljšali prostornu i vremensku pokrivenost hrvatskog Sredozemlja klimatskim podacima te bolje razumjeli utjecaj klimatskih promjena na rasta stabala, provedena su prva dendrokronološka istraživanja na području Sjevernog Velebita. Rezultati istraživanja 274 godine stare kronologije crnoga bora ukazuju da je glavni limitirajući čimbenik rasta stabala crnoga bora nedostatka vlage u ljetnom razdoblju godine. Korelacije kronologije rasta stabala i količine ljetnih oborina od 1954. do 2015. godine su značajne i pozitivne ($R=0.60$, $p=0.0099$) te vremenski stabilne. Time se stvorila mogućnost rekonstrukcije klime relativno daleko u prošlost za područje sjeverozapadnih Dinarida.

KLJUČNE RIJEČI: crni bor, sjeverni Velebit, dendroklimatologija, dendrokronologija, klimatske promjene,

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Hrvatsko Sredozemlje kao dio sjeverozapadnog Mediterana jedno je od najosjetljivijih područja na recentne promjene klime u kojemu se očekuju ozbiljne i dalekosežne posljedice na okoliš (IPCC 2014, Schröter i dr., 2005). Promjene klime na čitavom Sredozemlju su obilježene standardnim obrascem povećanja trenda temperature zraka i značajnim padom ukupne količine oborina (Ugarković i Kelava, 2003). Takvi uvjeti će u skoroj budućnosti rezultirati povećanjem učestalosti sušnih razdoblja (Gao i Giorgi, 2008) što će dovesti do povećane pojave šumske požara (Moriondo i dr., 2006). Suše i požari predstavljaju glavnu prijetnju opstanku mediteranskih šuma i sveukupnoj biološkoj biora-

znolikosti, a štete nastale kao posljedica suša i požara su puno većih razmjera od zahvaćenih površina (EEA, Peñuelas i dr., 2017).

Predviđanje budućih scenarija klimatskih promjena za navedeno područje posebno je izazovno i to posebice zbog velike prostorne varijabilnosti klime, poglavito oborina, ali i složenih atmosferskih prilika (Dünkeloh i Jacobiet, 2003, Trouet i dr., 2012). Iako buduće projekcije predviđaju povećanje sušnih razdoblja i značajno toplje uvjete do kraja 21. stoljeća i do 20% u odnosu na danas (IPCC 2013) one sadrže veliku nesigurnost.

Zabrinutost oko mogućih posljedica promjena i njihovog utjecaja na Mediteransko područje ukazuje na potrebu boljeg razumijevanja klime dugo u povijest, a posebice izvan

¹ Dr. sc. Boris Miklić, Hrvatske šume d.o.o.

² Anja Žmegač, mag. ing. silv., Domagoj Trlin, mag. ing. silv., Marko Orešković, mag. ing. silv., doc. dr. sc. Stjepan Mikac, Akademik Igor Anić, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetosimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb

³ Akademik Igor Anić, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

+ Corresponding author: email: boris.miklic@hrsume.hr

razdoblja obuhvaćenih instrumentalnim mjerjenjima. Kako bismo poboljšali prostornu i vremensku pokrivenost hrvatskog Sredozemlja deficitarnim klimatskim podacima, potrebne su nam dugoročne serije istih. U tom pogledu kronologije rasta stabala predstavljaju jedan od najpouzdanijih izvora podataka o prošlim klimatskim uvjetima te pružaju mogućnosti za bolje razumijevanje prirodne varijabilnosti klime.

Intenzivna dendroklimatološka istraživanja već su provedena u zapadnom Sredozemljtu (npr. Gutiérrez, 1989, Macias i dr., 2006, Esper i dr., 2010), istočnom Mediteranu (D'Arrigo i Cullen, 2001, Touchan i dr., 2005, Akkemik i dr., 2008) i sjevernoj Africi (Esper i dr., 2007), ali nedovoljno i nesustavno na području Republike Hrvatske.

Osim toga u posljednje vrijeme su značajno povećane istraživačke aktivnosti, posebno u razvoju višestoljetnih do tisućljetnih kronologija reliktnih borova (*Pinus heldreichii*) (Trouet i dr., 2012, Trouet, 2014, Seim i dr., 2012, Panayotov i dr., 2010, Levanić i dr., 2020) međutim pokazalo se da je klimatski signal zabilježen u širini godova ove vrste relativno slab (Seim i dr., 2012, Klippel i dr., 2017, Klesse i dr., 2015 te ovisan o lokalnim stanišnim prilikama (Klippel i dr., 2017). Klimatski signal zabilježen u godovima znatno se povećava pri mjerenu širine kasnog drva (proljetne oborine; Klesse i dr., 2015 ili maksimalne gustoće kasnog drva (ljetna temperatura; Seim i dr., 2012, Klesse i dr., 2015, a posebice uporabom ugljikovih i kisikovih izotopa (Levanić i dr., 2020).

Reliktni borovi kao što su bor munika (*Pinus heldreichii*) i molika (*Pinus peuce*) unatoč svojoj starosti, koja u određenim slučajevima iznosi i više od 1000. godina, pokazuju relativno slab i nedovoljno jak signal u širini godova koji nije dostatan za kvalitetne rekonstrukcije (Levanić i dr., 2020). Iako se klimatski signal kod obje vrste može znatno poboljšati analizama stabilnih izotopa ugljika (13C) i kisika (18O) ili gustoćom kasnog drva (MXD), one zahtijevaju puno više napora u vremenskom i financijskom smislu.

Za razliku od navedenih vrsta borova, crni bor (*Pinus nigra* Arnold) pokazuje znatno jači klimatski signal kako u širinama godova tako i u širinama kasnog drva. Osim toga, na području prašumskih sastojina na nepristupačnim terenima doseže i do 500. godina starosti, što ga čini pogodnom vrstom za dendroklimatološka istraživanja (Poljanšek i dr., 2019, Poljanšek i dr., 2012). U ekološkom smislu crni bor na području Dinarida osjetljiv na sušni stres (Poljanšek i dr., 2013), visoke temperature zraka (Levanić i dr., 2015), intenzivne ljetne suše (Levanić i dr., 2013 i prirodne požare (Nagel i dr., 2017).

Dendroklimatološka istraživanja u Republici Hrvatskoj do sada nisu sustavno provođena, iako postoji značajan potencijal za kreiranje stoljetnih kronologija stabala. Dosadašnja istraživanja klimatske osjetljivosti crnoga bora na području Dinarida su rijetka i nesustavna, ali ukazuju na goleme po-

tencijal ovog područja za stvaranje dugih, klimatski osjetljivih kronologija za potrebe rekonstrukcije prošlih klimatskih uvjeta te rekonstrukcije dinamike prašumskih sastojina i prirodnih nepogoda čak i do 1000 godina unatrag.

Ciljevi ovoga istraživanja su:

- utvrditi klimatsku osjetljivost crnoga bora
- utvrditi pogodnost i mogućnost uporabe kronologije crnoga bora za rekonstrukcije klime na području hrvatskog Sredozemlja

2. MATERIJAL I METODE RADA

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Područje istraživanja – Research area

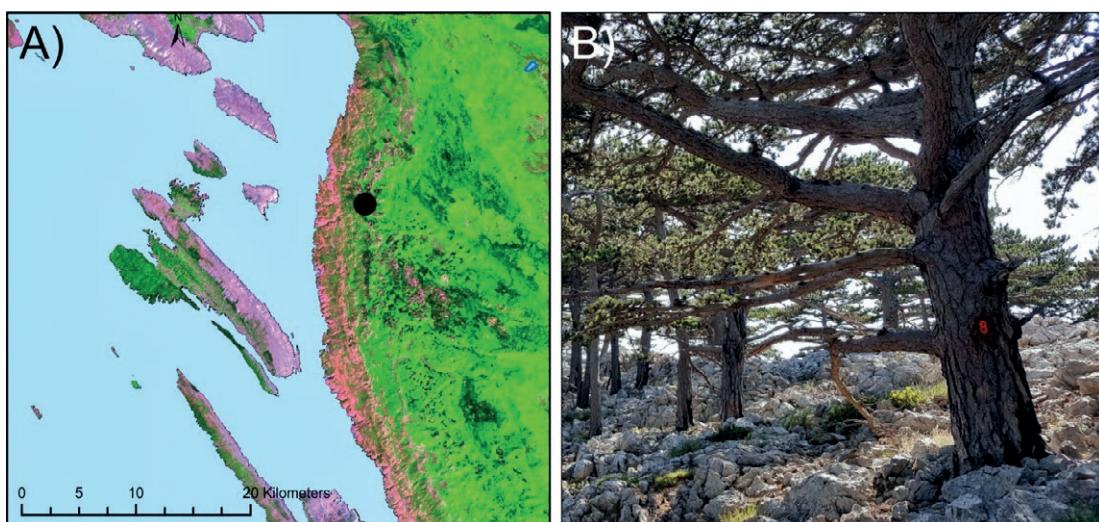
Istraživanje je provedeno na lokalitetu Borovi vrh smještenom istočno od Lukova na zapadnim obroncima Velebita (1084 m n. m.). Ovaj lokalitet predstavlja najrasprostranjeniji kompleks autohtonih sastojina crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) na Sjevernom Velebitu. Istoimena sastojina nalazi se na području Nacionalnog parka Sjeverni Velebit i prostire se na oko 150 ha površine. Prema Aniću (1957) kompleks crnog bora na Borovom vrhu je bio mnogo veći u prošlosti o čemu svjedoče soliterna stabla i grupe stabala crnog bora u okolini. Područje Borovog vrha u prošlosti je više puta bilo zahvaćeno požarima (jedan od većih požara zabilježen je 1948. godine). Crni bor je na ovom lokalitetu izložen vrlo jakim udarima bure a razvija se na izraženo skeletoidnim tlima s dosta usitnjenoj kamenja izmiješanog s tlom (Slika 1B).

2.2. Klimatske prilike – Climate characteristics

Lokalitet Borovi vrh se u klimatskom smislu nalazi na granici između područja s Cf klimom (tip C, podtip f – umjereni topla vlažna klima) i Cs klimom (tip C, podtip s – sredozemna klima). Samim svojim smjerom pružanja, duljinom i visinom predstavlja jasnu razdjelnicu kontinentalne i mediteranske regije. Uslijed dotoka vlažnih zračnih strujanja s morske strane ovo područje obilježeno je obilnim godišnjim količinama oborina (i do 2500–3000 mm) te niskim godišnjim temperaturnim prosjekom (4 – 6°C). Također, specifične su i temperaturne inverzije u depresijama koje potom uzrokuju dugo zadržavanje snijega (40 – 100 dana trajanje snježnog pokrivača većeg od 30 cm).

2.3. Prikupljanje i obrada uzoraka – Data collection and sample preparation

Uzorci za potrebe istraživanja analize prikupljeni su na mreži trajnih ploha koja se nalazi u Nacionalnoj mreži dendrokronoloških ploha u RH sa dominantnih stabala crnoga bora prsnog promjera na 1.30 m od razine tla u pravilu većeg od 30 cm. Uzorci su prikupljeni prema standardnoj



Slika 1. Geografski položaj (A) i izgled istraživane sastojine na lokalitetu Borovi vrh (foto: S. Mikac)

Figure 1. Geographical position (A) and view of the sample site on Borovi vrh (foto: S. Mikac)

metodologiji (Phipps, 1985) koristeći Presslerovo svrdlo na približno 1,30 m od razine tla. Na svakom stablu uzeta su dva izvrtka, pri čemu se pazilo da se uzorci uzimaju okomito na smjer pružanja padine kako bi se izbjegla pojava kompresijskog drva. Stabla sa tragovima antropogenog utjecaja u vidu ožiljaka od smolareњa nisu uzorkovana. Nakon prikupljanja, pripreme i sušenja izvrtaka pristupilo se standardnoj gruboj i finoj obradi uzoraka postepeno povećavajući granulacije brusnoga papira (krupnoće zrna od 120 - 600) (Stokes i Smiley, 1968).

2.4. Izmjera širine godova – *Tree ring width measurement*

Izmjera širina godova na uzorcima je napravljena pomoću programa CooRecorder v.9.3. (<http://www.cybis.se>) na snimljenim digitalnim fotografijama visoke rezolucije pomoću sustava ATRICS (Advanced Tree Ring Image Capturing System) sa automatiziranim mjernim stolom, lupom i digitalnom kamerom (Levanič, 2007). Očitane serije širina godova su unakrsno datirane kombinacijom vizualne i statističke metode koristeći program TSAP-Win™ (<http://www.rinntech.de>). Za statističku provjeru datiranja korišteni su pokazatelji kao što su: tBP (Baillie i Pilcher, 1973) i Gleichläufigkeit koeficijent (Eckstein i Bauch, 1969). Kontrola kvalitete datacije provedena je naknadno pomoću programa COFECHA (Holmes, 1983). Standardizacija, odnosno uklanjanje varijabilnosti frekvencije koja je posljedice ontogenetskog rasta stabala provedena je pomoću Spline metode (frekvencije odziva 0.50 i valne duljine 0.67 duljine svake individualne serije) koristeći paket “*dplR*” u R-u (Bunn, 2008). Standardizirane serije su uprosječene u jedinstvenu kronologiju (RWI) izračunatu pomoću *Tukey's biweight robust mean* (Mosteller i Tukey, 1977) kako bi se minimalizirao utjecaj ekstremnih vrijednosti. Na taj način

je napravljena rezidualna kronologija koja je korištena za korelacijske analize (RWI). Za statističku analizu kronologije korišteni su pokazatelji prosječne osjetljivosti (MS), prosječna korelacija između pojedinačnih serija (*Rbar*) te autokorelacija prvoga reda (*AC1*).

Za procjenu pouzdanosti kronologije korišten je izražen populacijski signal (EPS) (Wigley i dr., 1984) kako bi utvrdili prihvatljiv period kronologije za analize klime. Period sa vrijednosti EPS-a iznad 0,85 smatra se dovoljno točnim za rekonstrukciju klime (Briffa i Jones, 1990).

2.5. Klimatski podaci – *Climate data*

Klimatski podaci korišteni za korelacijske analize (mjesečne vrijednosti temperature zraka i oborina) preuzete su od državne hidrometeorološke postaje Zavižan za razdoblje od 1954.-2015. Izabrana meteorološka postaja nalazi se na visini od 1594 m te je udaljena od istraživanog područja 4 kilometara zračne udaljenosti. Za prostorne korelacije korišteni su umreženi podaci E-OBS20.0e.

2.6. Analiza podatka – *Data analysis*

Jednostavna linearna korelacijska analiza između klimatskih čimbenika i rezidualne indeksne kronologije (RWI) provedena je koristeći lokalne klimatske podatke za razdoblje od 1954 - 2015.godine dobivene s meteorološke postaje Zavižan. Korelacijski koeficijenti između mjesečnih vrijednosti temperature zraka i ukupne mjesecne količine oborina te rezidualnih kronologija izračunati su koristeći paket “*treeclim*” u R-u (Zang i Biondi, 2015) za razdoblje od 19 mjeseci (od lipnja prethodne godine do rujna tekuće godine). Vremenska stabilnost klimatskog signala analizirana je koristeći pomicne korelacije duljine 30 godina s pocomkom od 1 godine također koristeći paket “*treeclim*” u R-u (Zang i Biondi, 2015).

3. REZULTATI

3. RESULTS

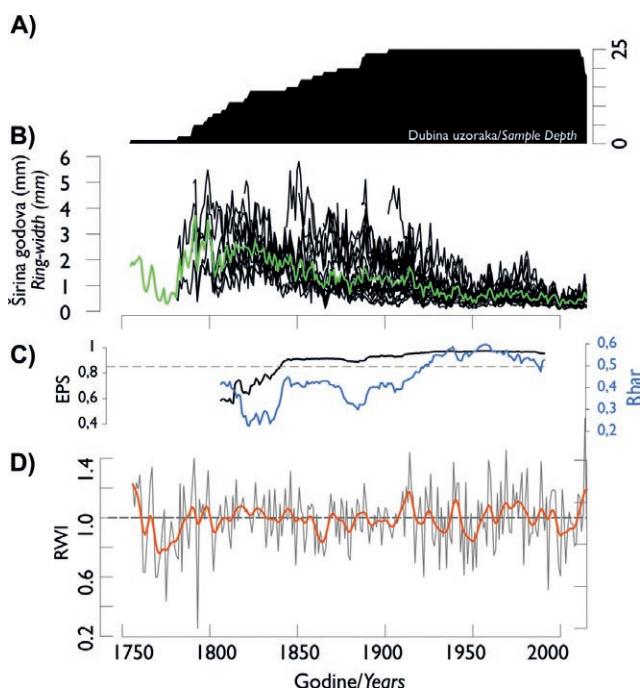
3.1. Kronologija širina godova crnoga bora – Tree rings width chronologies

Ukupno je prikupljeno i kvalitetno datirano 49 individualnih serija širina godova s ukupno 25 stabala crnoga bora (Slika 2). Maksimalno utvrđena duljina kronologije iznosi 274 godine. Prosječna širina godova iznosi 1,16 mm sa standardnim odstupanjem ± 0.843 mm.

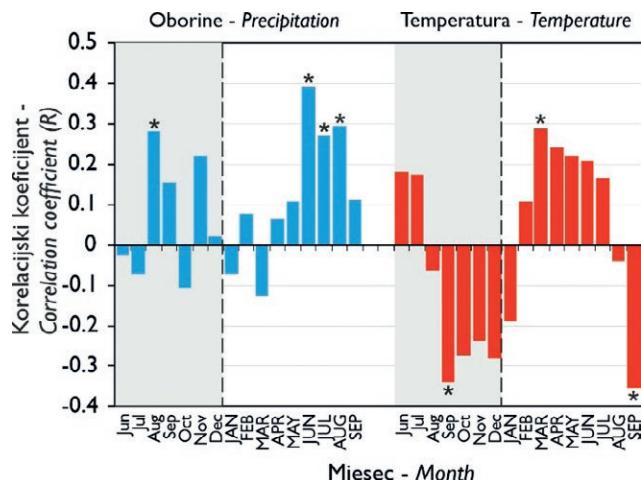
Prosječna osjetljivost (MS) koja predstavlja varijaciju u širinama godova iz godine u godinu iznosi 0,25 što ukazuje da su serije širina godova osjetljive i stoga pogodne za korelacijsku analizu s klimatskim čimbenicima. Unutarserijska korelacija (korelacija između uzorka s jednakih stabala) $r_{bar.wt}$ iznosi 0,704, prosječna korelacija uzorka između različitih stabla $r_{bar.bt}$ iznosi 0,551. Izraženi populacijski signal (EPS) prikazuje za koje razdoblje kronologija sastavljena od limitiranog broja stabala točno predstavlja kronologiju teoretske populacije. Razdoblja kronologije s vrijednosti EPS-a iznad 0,85 se smatraju dovoljno adekvatne za rekonstrukciju klime (Cook i Kairiukstis, 1990). EPS iznad 0,85 je ostvaren u razdoblju 1816 - 2015. godine (Slika 2).

3.2. Analiza odnosa klime i rasta stabla – Analysis of the Climate-Growth Relationship

Rezultati korelacijskih analiza ukazuju na značajan ($P < 0.05$) pozitivan utjecaj oborina te značajan negativan utjecaj tem-



Slika 2. Dubina uzorka (A), kronologija širina godova (B), vrijednosti EPS i unutar serijes korelcije (C) te rezidualna kronologija stabala (D).
Figure 2. Sample depth (A), tree rings width chronology (B), EPS and Rbar values (C) and residual chronology (D).



Slika 3. Rezultati jednostavnih korelacija kronologije crnog bora s klimatskim čimbenicima

Figure 3. Results of simple correlation analysis of black pine chronology with climate factors

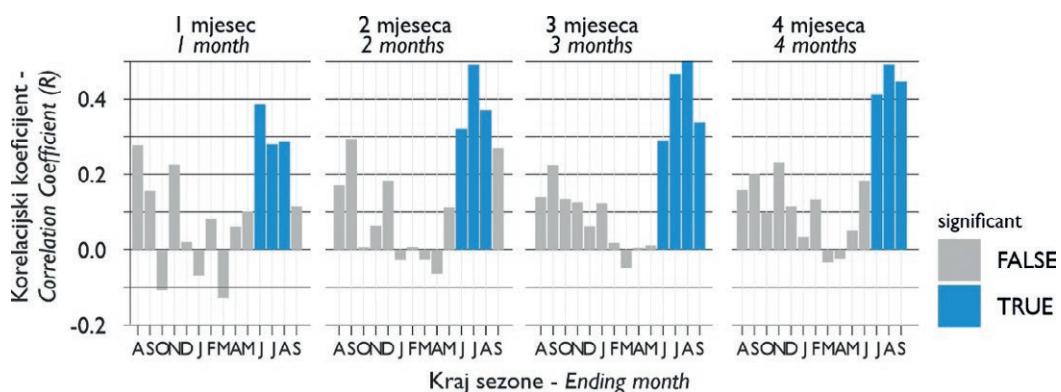
perature zraka na radijalni prirast borovih stabala. Značajne ($P < 0.05$) pozitivne korelacije između kronologije stabala crnoga bora i oborina utvrđene su za mjesec lipanj ($R = 0,39$), srpanj ($R = 0,27$) i kolovoz ($R = 0,30$) tekuće godine (Slika 3). Značajne negativne korelacije utvrđene su za prosječnu temperaturu zraka u rujnu prethodne godine ($R = -0,34$) te u rujnu tekuće godine nastanka goda ($R = -0,35$). Pozitivan utjecaj temperature zraka na radijalni rast stabala crnoga bora utvrđen je samo u ožujku tekuće godine ($R = 0,29$).

Sezonske korelacije predstavljaju prosjek klimatskih čimbenika za sezonu (prosjek 2, 3 i 4 mjeseca) a prikazane su na slici 4. Sezonske korelacije ukazuju na značajne i jak klimatski signal za ukupnu količinu oborina u razdoblju od lipnja - kolovoza (JJA) tekuće godine u iznosu ($R = 0,60$).

3.3. Vremenska stabilnost korelaciјe – Temporal stability of Climate-Growth Relationship

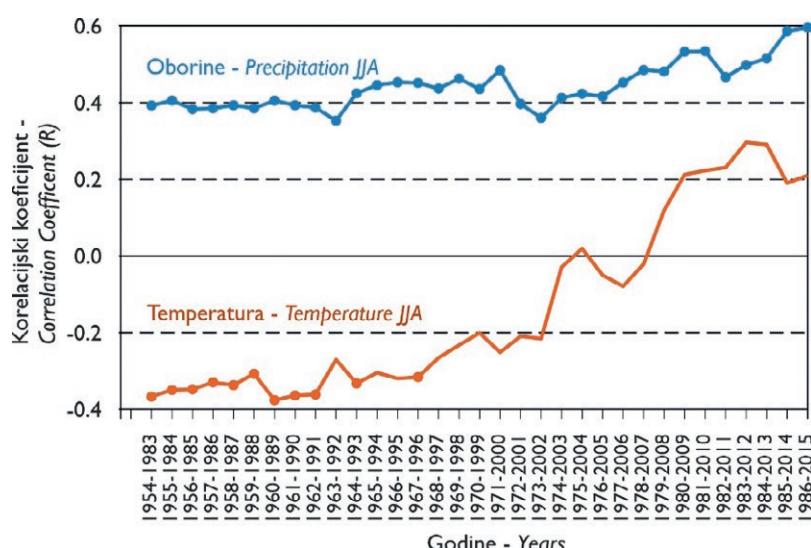
Za rekonstrukcije klime ključno je testirati vremensku stabilnost klimatskog signala tijekom razdoblja koje pokrivaju instrumentalna mjerjenja. Na temelju analize korelacija (slika 4), ukupna količina oborina u ljeto (lipanj-kolovoz, JJA) odabrana je kao varijabla s najvećom korelacijom, odnosno s najvećim utjecajem na varijabilnost rasta stabala crnoga bora te je stoga korištena u testu vremenske stabilnosti (slika 5).

Vremenska stabilnost korelaciјe analizirana je koristeći po-mičnu korelaciju za duljinu razdoblja od 30 godina s korkom od 1 godine (slika 5). Značajan pozitivan signal oborina u ljeto (JJA) utvrđen je tijekom cijelog promatranog razdoblja od 1954. – 2015. godine s blagim porastom od 2006. godine. Za razliku od oborina, temperaturni signal nakon 1996. značajno pada (Slika 5). Analizom klimatske



Slika 4. Rezultati sezonskih korelacija sa oborinama za duljine sezona 1, 2, 3 i 4 mjeseca. Oznake na x osi predstavljaju kraj mjeseca odnosno promatrane sezone. Statistički značajne korelacije označene su plavom bojom.

Figure 4. Seasonal correlation coefficients for precipitation with 1,2,3 and 4 month season length. Ending month for the season is on the x axis. Statistically significant correlations are marked blue.



Slika 5. Rezultati pomicnih korelacija za ukupnu kolicinu oborine od lipnja do kolovoza (JJA) te za prosječnu temperaturu zraka od lipnja do kolovoza za razdoblje od 1954. – 2015. godine.

Figure 5. Moving correlation for the precipitation total from June to August (JJA) and average air temperature from June to August (JJA) for the period 1954.-2015.

stabilnosti utjecaj oborina je potvrđen kao stabilan i relativno visok tijekom analiziranog razdoblja.

3.4. Prostorna korelacija – *Spatial correlation*

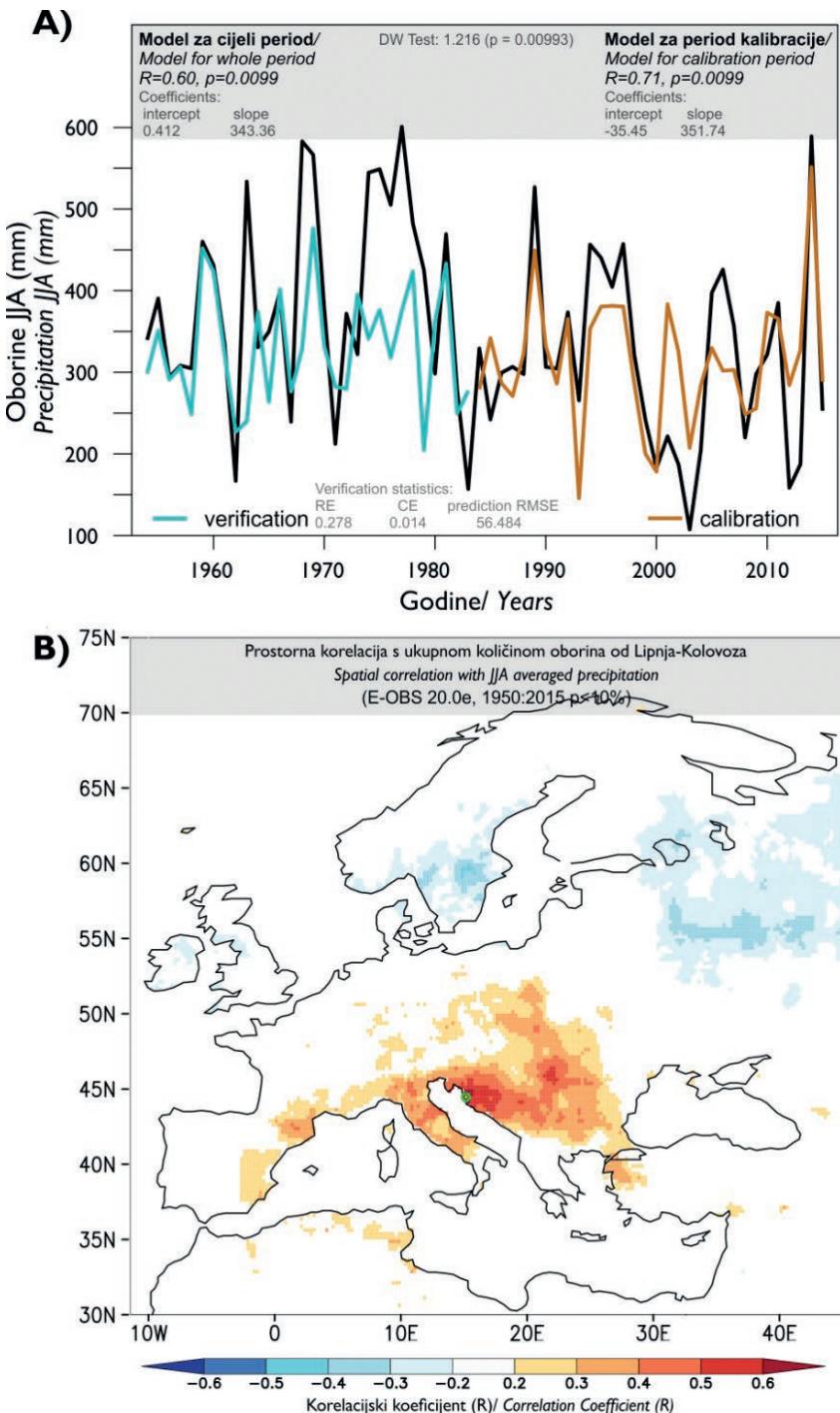
Analiza prostornih korelacija napravljena je za količinu oborina u ljeto (JJA) koja se pokazala kao najznačajnija i vremenski stabilna varijabla u korelaciji s kronologijom bora na istraživanom području. Pri tome su korišteni podaci iz baze E-OBS 20.0e. Analiza je pokazala značajnu korelaciju ($R > 0.5$) na širem području sjeverozapadnog dijela Dinariда (Slika 6B).

Model odnosa ljetnih oborina (JJA) i kronologije crnoga bora prikazana je na slici 6A. Ukupna korelacija između količine oborina u ljeto i kronologije bora iznosi 0.60, $p=0.0099$. U razdoblju od 1984. do 2015. godine koeficijent korelacije iznosi 0.71, $p=0.0099$.

4. RASPRAVA

4. DISCUSSION

Crni bor u ovom istraživanju pridolazi na gornjoj granici prirodnog rasprostiranja (epimediteran) na području sjevernoga Velebita, gdje se kao glavni limitirajući čimbenik rasta pokazala količina oborina, odnosno nedostatak vlage. Na to ukazuje značajna pozitivna korelacija kronologije rasta s oborinama u ljetu tekuće godine nastanka goda (od lipnja do kolovoza). Unatoč većim količinama oborina izmjerenih na obližnjoj meteorološkoj postaji Zavižan (prosječno oko 350 mm oborina u ljeto) očekivat bi bilo da oborinski signal nije toliko izražen, jer stabla imaju dovoljne količine oborina za rast. No ipak, ovako izražen klimatski signal se može objasniti lokalnim stanišnim prilikama poglavito propusnom geološkom podlogom i vrlo plitkim tlom visoke vodopropusnosti. Stoga veće količine oborina



Slika 6. Regresijski model ovisnosti količine oborina u ljeto (od lipnja do kolovoza) podijeljen na dva razdoblja (kalibracijsko i verifikacijsko) (A). Prostorna korelacija s umreženim podacima iz baze E-OBS20.0e (B).

Figure 6. Regression model of summer precipitation influence (June to August) divided into two periods (calibration and verification) (A). Spatial correlation with networked data from the E-OBS20.0e database (B).

u ljetnim mjesecima (od lipnja do kolovoza) kad je stablima najpotrebnije za rast, značajno pozitivno utječu na širinu godova istraživane populacije bora.

Tijekom promatranog razdoblja od 1954. – 2015. godine količina oborina u ljeto pokazuje trend pada. Do 1980. godine prosjek ljetnih oborina (od lipnja do kolovoza) iznosi 400 mm, a nakon 1980. godine 313 mm, što u relativnom omjeru iznosi oko 22% manje oborina. U istom razdoblju

ljetna temperatura zraka porasla je s 11.2 na 12.1 °C, čime su povećani suši uvjeti. Odgovor bora na suše uvjete se najbolje može predočiti analizom pomoćnih korelacija pomoću kojih je utvrđeno povećanje osjetljivosti na oborine posebno nakon 1980. godine.

U većem dijelu mediteranske regije oborine su glavni čimbenik, čiji manjak ograničava rast stabala te je vjerojatna ciljna varijabla za rekonstrukcije hidroklimatskih uvjeta na

cijelom području Mediterana (Luterbacher i dr., 2006). Rezultati ovih istraživanja se podudaraju s drugim istraživanjima u regiji (Levanić i dr., 2013, Klesse i dr., 2015 i na području Mediterana (Martín-Benito i dr., 2008, Martin-Benito i dr., 2013, Lebourgeois i dr., 2012). Prema Levanić i dr. (2013) veće oborine u mjesecu srpnju značajno utječu na rast crnoga bora, dok povećanje temperature zraka i smanjenje oborina pospiješuju vodni stres koji je pak najvjerojatniji uzrok pada trenda rasta borova na širem području Mediterana (Martin-Benito i dr. 2010).

Pojedina istraživanja utvrdila su da klimatski signal nije dovoljno snažan ako se promatra samo širina godova, već je on sadržan u gustoći (MXD), širini kasnog drva (Klesse i dr., 2015, Klippel i dr., 2017) ili izotopima (Levanić i dr., 2020). U istraživanju provedenom na dvije vrste reliktnih borova (*Pinus heldreichii* i *Pinus peuce*) na južnom Balkanu, Levanić i dr. (2020) pronašli su slab temperaturni signal i slab do nepostojeći oborinski signal sadržan u širini godova. U našem istraživanju, crni bor na lokalitetu Borovi vrh pokazuje jak signal u širini godova te time i potencijal za rekonstrukciju padalina za šire područje Mediterana.

Dobivenom duljinom kronologije od 274 godine otvorila se mogućnost rekonstrukcije klime relativno daleko u prošlost. Provjerom klimatske stabilnosti potvrđeno je da količina oborina ima stabilan i relativno visok utjecaj tijekom analiziranog razdoblja te se može koristiti za rekonstrukcije klime. S obzirom na dobiveni jaki signal s oborinama, napravljene su i prostorne korelacije sa prostornim klimatskim podacima. Rezultati ove analize pokazuju da kronologija crnog bora značajno reflektira ljetne oborine na širem području sjeverozapadnog dijela Dinarida, što ukazuje na potencijal za buduće rekonstrukcije klime za geografsko područje veće od samog istraživanog lokaliteta.

Naše istraživanje crnog bora na lokalitetu Borovi vrh na sjevernom Velebitu čvrsto podupire mogućnost uporabe ove vrste za rekonstrukciju klime na području hrvatskog Sredozemlja, i šire, te upućuje na daljnja istraživanja drugih reliktnih populacija duž jadranske obale radi boljeg razumijevanja povijesnih klimatskih uvjeta toga područja.

5. ZAHVALA

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Ovo istraživanje nastalo je kao rezultat primijenjenih istraživanja u sklopu projekta Mjere prilagodbe klimatskim promjenama za održivo upravljanje prirodnim resursima - "MEMORIE" financiranog iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020. godine, Shema za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskim promjenama", (ref. oznaka: KK.05.1.1.02) kojega je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

LITERATURA

REFERENCES

- Akkemik, Ü., R. D'Arrigo, P. Cherubini, N. Köse, i G. Jacoby. 2008: Tree-Ring Reconstructions of Precipitation and Streamflow for North-Western Turkey. *International Journal of Climatology*, 28:173–183, <https://doi.org/10.1002/joc.1522>.
- Anić, M. 1957: Crni bor u Sjevernom Velebitu. *Glasnik Za Šumske Pokuse*, (13):461–508.
- Baillie, M., i J. Pilcher. 1973: A simple cross-dating program for tree-ring research. *Tree-Ring Bull*, 38:35–43.
- Briffa, K. R., i P. D. Jones. 1990: Basic chronology statistics and assessment; Pp. 137–152. In *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. E. R. Cook, i L. A. Kairiukstis, eds, Kluwer Academic Publishers.
- Bunn, A. G. 2008: A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 26(2):115–124, <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>.
- D'Arrigo, R., i H. Cullen. 2001: A 350-year (AD 1628–1980) reconstruction of Turkish precipitation. *Dendrochronologia*, 19:169–177.
- Dünkeloh, A., i J. Jacobbeit. 2003: Circulation dynamics of Mediterranean precipitation variability 1948–98. *International Journal of Climatology*, 23(15):1843–1866, <https://doi.org/10.1002/joc.973>.
- Eckstein, D., i J. Bauch. 1969: Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 88(1):230–250, <https://doi.org/10/dcq67m>.
- Esper, J., D. Frank, U. Büntgen, A. Verstege, J. Luterbacher, i E. Xoplaki. 2007: Long-term drought severity variations in Morocco. *Geophysical Research Letters*, 34(17) <https://doi.org/10.1029/2007GL030844>.
- Esper, J., D. Frank, G. Battipaglia, U. Büntgen, C. Holert, K. Treydte, R. Siegwolf, M. Saurer, i C. Esper. 2010: Low-frequency noise in $d\ 13\text{C}$ and $d\ 18\text{O}$ tree ring data: A case study of *Pinus uncinata* in the Spanish Pyrenees. *Global Biogeochemical Cycles*, 24.
- Gao, X., i F. Giorgi. 2008: Increased Aridity in the Mediterranean Region under Greenhouse Gas Forcing Estimated from High Resolution Simulations with a Regional Climate Model. *Global and Planetary Change*, 62:195–209, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.02.002>.
- Gutiérrez, E. 1989: Dendroclimatological study of *Pinus sylvestris* L. in Southern Catalonia (Spain). *Tree-Ring Research*, 49.
- Holmes, R. L. 1983: Computer-Assisted Quality Control in Tree-Ring Dating and Measurement. .
- Klesse, S., M. Ziehmer, G. Rousakis, V. Trouet, i D. Frank. 2015: Synoptic drivers of 400 years of summer temperature and precipitation variability on Mt. Olympus, Greece. *Climate Dynamics*, 45(3):807–824, <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2313-3>.
- Klippel, L., P. Krusic, R. Brandes, C. Hartl, V. Trouet, M. Meko, i J. Esper. 2017: High-elevation inter-site differences in Mount Smolikas tree-ring width data. *Dendrochronologia*, 44 <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2017.05.006>.
- Lebourgeois, F., P. Mérian, F. Courdier, J. Ladier, i P. Dreyfus. 2012: Instability of climate signal in tree-ring width in Mediterranean mountains: a multi-species analysis. *Trees*, 26(3):715–729, <https://doi.org/10/fj6md7>.

- Levanić, T. 2007: Atrics – A New System for Image Acquisition in Dendrochronology. *Tree-Ring Research*, 63(2):117–122, <https://doi.org/10/drftfwm>.
- Levanić, T., S. Poljanšek, i E. Toromani. 2015: Early summer temperatures reconstructed from black pine (*Pinus nigra Arnold*) tree-ring widths from Albania. *The Holocene*, 25(3):469–481, <https://doi.org/10.1177/0959683614561882>.
- Levanić, T., J. Jevšenak, i P. Hafner. 2020: Stable Isotopes Reveal Climate Signal Hidden in Tree Rings of Endemic Balkan Pines. *Atmosphere*, 11(2):135, <https://doi.org/10/gg2c4w>.
- Levanić, T., I. Popa, S. Poljanšek, i C. Nechita. 2013: A 323-year long reconstruction of drought for SW Romania based on black pine (*Pinus Nigra*) tree-ring widths. *International Journal of Biometeorology*, 57(5):703–714, <https://doi.org/10.ghg5t2>.
- Luterbacher, J., E. Xoplaki, C. Casty, H. Wanner, A. Pauling, M. Küttel, T. Rutishauser, S. Brönnimann, E. Fischer, D. Fleitmann, J. F. González Rouco, R. García-Herrera, M. Barriendos, F. Rodrigo, J. Gonzalez-Hidalgo, M. Saz, L. Gimeno, P. Ribera, M. Brunet, i E. Ladurie. 2006: Chapter 1 Mediterranean climate variability over the last centuries: A review; Pp. 27. In Developments in Earth and Environmental Sciences. Vol. 4. [https://doi.org/10.1016/S1571-9197\(06\)80004-2](https://doi.org/10.1016/S1571-9197(06)80004-2).
- Macias, M., L. Andreu-Hayles, O. Bosch, J. Camarero, i E. Gutiérrez. 2006: Increasing Aridity is Enhancing Silver Fir *Abies Alba* Mill.) Water Stress in its South-Western Distribution Limit. *Climatic Change*, 79:289–313, <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9071-0>.
- Martín-Benito, D., H. Beeckman, i I. Cañellas. 2013: Influence of drought on tree rings and tracheid features of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in a mesic Mediterranean forest. *European Journal of Forest Research*, 132(1):33–45, <https://doi.org/10/f4j3z2>.
- Martín-Benito, D., P. Cherubini, M. del Río, i I. Cañellas. 2008: Growth response to climate and drought in *Pinus nigra* Arn. trees of different crown classes. *Trees*, 22(3):363–373, <https://doi.org/10/ckg85r>.
- Moriondo, M., P. Good, R. Durão, M. Bindi, C. Giannakopoulos, i J. Corte-Real. 2006: Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31:85–95, <https://doi.org/10.3354/cr031085>.
- Mosteller, F., i J. W. Tukey. 1977: *Data Analysis and Regression : A Second Course in Statistics*. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co, pp.
- Nagel, T. A., S. Mikac, M. Dolinar, M. Klopčić, S. Keren, M. Svoboda, J. Diaci, A. Boncina, i V. Paulec. 2017: The natural disturbance regime in forests of the Dinaric Mountains: A synthesis of evidence. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 388:29–42, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.047>.
- Panayotov, M., P. Bebi, V. Trouet, i S. Yurukov. 2010: Climate signals in *Pinus peuce* and *Pinus heldreichii* tree-ring chronologies from the Pirin Mountains in Bulgaria. *Trees - Structure and Function*, 24:479–490, <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0416-y>.
- Peñuelas, J., J. Sardans, I. Filella, M. Estiarte, J. Llusià, R. Ogaya, J. Carnicer, M. Bartrons, A. Rivas-Ubach, O. Grau, G. Peguero, O. Margalef, S. Pla-Rabés, C. Stefanescu, D. Asensio, C. Preece, L. Liu, A. Verger, A. Barbeta, A. Achotegui-Castells, A. Gargallo-Garriga, D. Sperlich, G. Farré-Armengol, M. Fernández-Martínez, D. Liu, C. Zhang, I. Urbina, M. Camino-Serrano, M. Vives-Inglá, B. D. Stocker, M. Balzarolo, R. Guerrieri, M. Peaucelle, S. Marañón-Jiménez, K. Bórnez-Mejías, Z. Mu, A. Descals, A. Cas-tellanos, i J. Terradas. 2017: Impacts of Global Change on Mediterranean Forests and Their Services. *Forests*, 8(12):463, <https://doi.org/10.3390/f8120463>.
- Phipps, R. L. 1985: *Collecting, Preparing, Crossdating, and Measuring Tree Increment Cores*. pp.
- Poljanšek, S., A. Ceglar, i T. Levanić. 2013: Long-term summer sunshine/moisture stress reconstruction from tree-ring widths from Bosnia and Herzegovina. *Climate of the Past*, 9(1):27–40, <https://doi.org/10.5194/cp-9-27-2013>.
- Poljanšek, S., D. Ballian, T. A. Nagel, i T. Levanić. 2012: A 435-Year-Long European Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) Chronology for the Central-Western Balkan Region. *Tree-Ring Research*, 68(1):31–44, <https://doi.org/10.3959/2011-7.1>.
- Poljanšek, S., J. Jevsenak, J. Grigar, i T. Levanic. 2019: Seasonal radial growth of Black pine (*Pinus nigra Arnold*) from Bosnia and Herzegovina, monitored by the pinning method and manual band dendrometers. *Acta Silvae et Ligni*, 119:1–11, <https://doi.org/10.20315/ASetL.119.1>.
- Schröter, D., W. Cramer, R. Leemans, I. Prentice, M. Araújo, N. Arnell, A. Bondeau, H. Brugmann, T. R. Carter, C. Gracia, Vega-Leinert, M. Erhard, F. Ewert, M. Glendining, J. House, S. Kankaanpää, R. J. T. Klein, S. Lavorel, M. Lindner, i B. Zierl. 2005: Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science* 310 (2005) 5752, 310.
- Seim, A., U. Büntgen, P. Fonti, H. Haska, F. Herzig, W. Tegel, V. Trouet, i K. Treydte. 2012: Climate sensitivity of a millennium-long pine chronology from Albania. *Climate Research*, 51:217–228, <https://doi.org/10.3354/cr01076>.
- Stokes, M. A., i T. L. Smiley. 1968: *An Introduction to Tree-Ring Dating*. University of Chicago Press, 96 pp.
- Touchan, R., E. Xoplaki, G. Funkhouser, J. Luterbacher, M. Hughes, N. Erkan, Ü. Akkemik, i J. Stephan. 2005: Reconstructions of spring/summer precipitation for the Eastern Mediterranean from tree-ring widths and its connection to large-scale atmospheric circulation. *Biotechnology Letters*, 1–24, <https://doi.org/10.1007/s10529-005-0187-5>.
- Trouet, V. 2014: A Tree-Ring Based Late Summer Temperature Reconstruction (AD 1675–1980) for the Northeastern Mediterranean. *Radiocarbon*, 56(4):S69–S78, https://doi.org/10.2458/azu_rc.56.18323.
- Trouet, V., M. Panayotov, A. Verstege, i D. C. Frank. 2012: A tree-ring based reconstruction of Balkan temperatures back to Medieval Times reveals a robust pan-European summer teleconnection mode. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 21:PP21B-2020.
- Ugarković, D., N. Kelava Ugarković. 2013: Changes and trends of climate elements and indices in the region of Mediterranean Croatia. *Journal of Central European Agriculture* 14 (1): 236–249. DOI: 10.5513/JCEA01/14.1.1189.
- Wigley, T. M. L., K. R. Briffa, i P. D. Jones. 1984: On the Average Value of Correlated Time Series, with Applications in Dendroclimatology and Hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23(2):201–213, [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2).
- Zang, C., i F. Biondi. 2015: treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. *Ecography*, 38(4):431–436, <https://doi.org/10.1111/ecog.01335>.
- 1990: *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences* (E. R. Cook, and L. A. Kairiukstis, eds). Springer Netherlands, pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7879-0>.

SUMMARY

Concerns for the possible consequences of climate change and their impact on the Mediterranean underline the need for a better understanding of climate variability throughout history, especially beyond the period covered with instrumental measurements. In order to improve the spatial and temporal coverage of the Croatian Mediterranean with climate data and to better understand the impact of climate change on tree growth, this first dendrochronological research was conducted in the area of Northern Velebit. Results of the 274-year-old black pine chronology studied here indicate the main limiting factor in the growth of black pine trees is lack of moisture in the summer period. The correlations between the chronology of tree growth and the amount of summer precipitation from 1954 to 2015 are significant and positive ($R = 0.60$, $p = 0.0099$) and stable over time, with the possibility of climate reconstruction relatively far into the past for the area of the northwestern Dinarides open.

KEY WORDS: black pine, northern Velebit, dendroclimatology, dendrochronology, climate change,

PRELIMINARY RESULTS ON NARROW-LEAVED ASH (*FRAXINUS ANGUSTIFOLIA* VAHL) AND GREEN ASH (*FRAXINUS PENNSYLVANICA* MARSHALL) SEED ENTOMOFAUNA IN CROATIA

PRELIMINARNI REZULTATI ISTRAŽIVANJA ENTOMOFAUNE SJEMENA POLJSKOG (*Fraxinus angustifolia* Vahl) I PENSILVANSKOG JASENA (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) U HRVATSKOJ

Jelena KRANJIĆ ORLOVIĆ¹, Ida BULOVEC^{2*}, Milivoj FRANJEVIĆ¹, Damjan FRANJEVIĆ³, Josip SKEJO³, Marin BILIŠKOV³, Danko DIMINIĆ¹, Boris HRAŠOVEC¹

SUMMARY

Native narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) and introduced green ash (*F. pennsylvanica* Marshall) are two most common ash (*Fraxinus* spp.) species in Croatian lowland forests, taking a significant place in these ecosystems. In the recent past it has been observed that narrow-leaved ash seed yields have reduced, emphasising the importance of good health status of those collected, as they are used for seedling production and consecutive regeneration of forest stands or afforestation. Given that insects could be an important factor affecting ash seed health status, the aim of this research was to gain insight into the species being present and their frequency in the ash seeds. In total 2.500 narrow-leaved ash and 1.000 green ash seeds from seven different locations were screened for insect presence. Analysed seeds were categorized as undamaged, insect damaged or empty, and observed insect specimens were identified by morphological and molecular genetic analysis. Green ash seeds revealed higher insect infestation in comparison with native ash species, with weevil *Lygniodes bischoffii* being the most numerous pest found. Narrow-leaved ash seeds were mostly occupied by the native weevil species, *L. enucleator*. Besides these pests, larval, pupal, and adult stages of parasitoid wasps (Hymenoptera) and larval stage of the seed eating moth *Pseudargyrotoza conwagana* (Lepidoptera) were found in both ash species. However, given that pests detected in this study prefer urban areas or were present in a very small number of seeds, where they were often followed by parasitoids, it can be concluded that insects currently do not have a significant negative impact on the reproduction of narrow-leaved ash and green ash in forest stands.

KEY WORDS: ash, seed damage, weevils, *Lygniodes*, parasitoid wasps, *Pseudargyrotoza conwagana*

¹ dr. sc. Jelena Kranjec Orlović, jkranjec@sumfak.unizg.hr; doc. dr. sc. Milivoj Franjević, mfranjevic@sumfak.unizg.hr; prof. dr. sc. Danko Diminić, ddiminic@sumfak.unizg.hr; prof. dr. sc. Boris Hrašovec, hrasovec@sumfak.unizg.hr, University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Republic of Croatia

² Ida Bulovec, mag. ing. silv., i.bulovec@yahoo.com, Bukovačka cesta 302a, 10000 Zagreb, Republic of Croatia (corresponding author)

³ izv. prof. dr. sc. Damjan Franjević, damjan.franjevic@biol.pmf.unizg.hr; dr. sc. Josip Skejo, josip.skejo@biol.pmf.unizg.hr; Marin Biliškov, mbiliskov@stud.biol.pmf.unizg.hr, University of Zagreb Faculty of Science, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Republic of Croatia

*Autor za korespondenciju (corresponding author)

INTRODUCTION UVOD

Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), distributed in central-southern Europe and northwest Africa, is an ecologically and economically important species in riparian and floodplain forests because of its fast growth and specific adjustments to the habitat, especially in central Europe, the Pannonian Basin and the Balkans (Temunović *et al.* 2012, Caudullo and Durrant 2016). It is currently suffering severe dieback in its distribution area (Gross *et al.* 2014), being one of the most endangered forest tree species in Croatia, mostly due to a pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (Diminić 2015, Milotić *et al.* 2016). Yield and health status of narrow-leaved ash seeds are thus of great significance for seedling production and consecutive afforestation or regeneration of damaged forest stands. Previous studies showed that freshly collected seeds have a very high viability even after two years of storage (87%) and are of relatively good health status regarding fungal presence after two months of storage (Drvodelić and Oršanić 2016, Kranjec Orlović *et al.* 2019). However, in the last six years there is a concerning decrease in seed production of the narrow-leaved ash in Croatia in comparison to amounts collected 10–15 years ago, with yearly yields varying between 148 and 4.844 kg (Vincenc 2015, 2016, 2017, 2018, 2019), which emphasises the importance of good health status of these smaller amounts of collected seeds.

Another ash (*Fraxinus* spp.) species, *Fraxinus pennsylvanica* Marshall or green ash, is very common in Croatian lowland forests. Originally a North American species, it was introduced to Europe in the 19th century mostly for ornamental purposes and timber production (Schmiedel *et al.* 2013), and since then it has successfully spread outside designated planting areas, earning the status of an invasive species in some countries (Prots *et al.* 2011, Drescher and Prots 2016). In Croatia it was first planted over more than 130 years ago with the objective of improving and preparing very wet and difficult habitats for the native narrow-leaved ash. Although usually replaced with the native species after successfully fulfilling the ameliorative role, it has spontaneously spread in numerous locations and today there are individual trees, groups or even whole stands still widely present in Croatian lowland forests, taking a significant place in these ecosystems (Kremer and Čavlović 2005). Additionally, it has been observed that in both natural stands and urban areas, green ash yields more seed in comparison to the native narrow-leaved ash (unpublished data).

One of the most important biotic factors causing seed deterioration are insects, especially during the pre-dispersal phase of seed development (Janzen 1971, Turgeon *et al.* 1994, Hulme and Benkman 2002), as their attacks can lead

to fruit abortion (Sallabanks and Courtney 1992), facilitated introduction of microbes and pathogens (Battisti *et al.* 1999, Luchi *et al.* 2011) or to reduction of the amount of seeds available for afforestation and natural regeneration of tree species (Turgeon *et al.* 1994, Boivin and Auger-Rozenberg 2016). Most common and known insects found in ash seeds are weevils belonging to genus *Lignyodes* (Coleoptera: Curculionidae) (Clark 1980). There are three known species that can be found in Europe: *L. enucleator* (Panzer, 1798) and *L. suturatus* (Fairmaire, 1860), which are native, and *L. bischoffi* (Blatchley, 1916), an invasive species which came from the North America with green ash seeds (Dieckmann 1970, Caldara 2013). Amongst the entomofauna in seeds, hymenopteran parasitoids can also be found, as a natural way of reducing the number of seed-eating insects. Most commonly, larvae of beetles are parasitized by several wasp species that oviposit their eggs in the seeds from the seed-pod surface (Nakai *et al.* 2011).

Generally, most studies focusing on entomofauna in the ash seeds in Europe and their impact on seed health status were conducted on common ash (*Fraxinus excelsior* L.) (e.g. Gardner 1977, Tapper 1992, Hayatgheibi 2013, Gosik *et al.* 2017), and there is little or no information about insect presence in seeds of other ash species. Therefore, this research had two main objectives: (1) to explore entomofauna of narrow-leaved ash and green ash seeds in order to gain insight into the insect species present in the most common native and introduced ash species in Croatia for future comparisons; (2) to show the frequency in which insects appear in seeds, as this could be an important factor affecting ash seed health status.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Narrow-leaved ash seeds were collected in the period from August to November 2017 from visually healthy trees in natural or specially managed forest stands registered as seed sources or seed stands (five different locations). Additional seed sampling was conducted from August to September 2018 in natural forest stands registered as the seed source HR-FAN-SI-121/305. Green ash seeds were collected in November 2018 from two different locations, one in an urban area and another in a natural forest stand (Figure 1).

One hundred seeds from each location were separated from samaras and examined for presence of insects under the stereo microscope (SMZ 168-TLED, Motic, Hong Kong, China). The seeds were categorized as undamaged (without any sign of insect presence), damaged (with presence of different life stages of insects or their exit holes), or empty (partially developed but with no endosperm). Collected insect specimens were analysed and photographed under the stereo microscope and grouped according to their morpho-

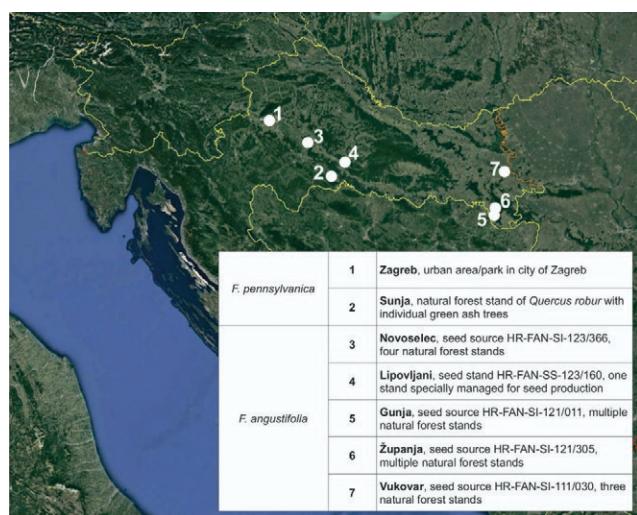


Figure 1. Map of *Fraxinus angustifolia* and *Fraxinus pennsylvanica* seed collection locations

Slika 1. Karta lokacija uzorkovanja sjemena poljskog i pensilvanskog jasena

logical characteristics into presumed insect taxa, which were preserved in 75% (v/v) ethanol solution, each in a separate microcentrifuge tube. As the number of individuals in sampled seeds was generally low, additional 2.000 of narrow-leaved ash seeds from Županja and 800 green ash seeds from Zagreb and Sunja were examined in order to collect as much biological material as possible for species identification by molecular genetic analysis.

Total genomic DNA was extracted from ethanol-preserved specimens with DNeasy Blood & Tissue kit (Qiagen, Hilden, Germany) according to the manufacturer's instructions. The Folmer region of mitochondrial CO1 gene (cytochrome c oxidase 1) was amplified from obtained DNA us-

ing primers LCO1490 and HCO2198 (Folmer *et al.* 1994), in 50 µL PCR reactions containing 25 µL TopTaq Master Mix kit (Qiagen, Hilden, Germany), 1 µL of DNA, 1 µL of 10 µmol/L of each primer, and 22 µL of distilled RNA-free water. Cycling conditions were as follows: an initial denaturation at 95 °C for 5 min, 35 cycles of denaturation at 94 °C for 1 min, annealing at 54 °C for 1 min, extension at 72 °C for 1 min and a final extension step at 72 °C for 10 min. The resulting PCR products were purified with MinElute PCR Purification kit (Qiagen, Hilden, Germany) according to the manufacturer's protocol and sequenced at the DNA sequencing facility (Macrogen Europe, Amsterdam, The Netherlands) using PCR amplification primers. The obtained sequences were identified by comparison with reference sequences in NCBI GenBank (Benson *et al.* 2017) and BoLD (Ratnasingham and Hebert 2007) databases. Species were identified using both morphological and molecular data.

RESULTS

REZULTATI

Inspection of 100 seeds per location revealed that 10% or less of narrow-leaved ash seeds were damaged by insects from all locations except Vukovar, whereas more than third of green ash seeds from both locations were occupied by insects (Figure 2). In total, 10.6% of narrow-leaved ash seeds and 42% of green ash seeds displayed insect damage or presence.

Damaged seeds of both ash species contained weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae), wasp larvae and adults (Hymenoptera), and moth larvae (Lepidoptera), while wasp pupae and fly larvae (Diptera) where found only in green

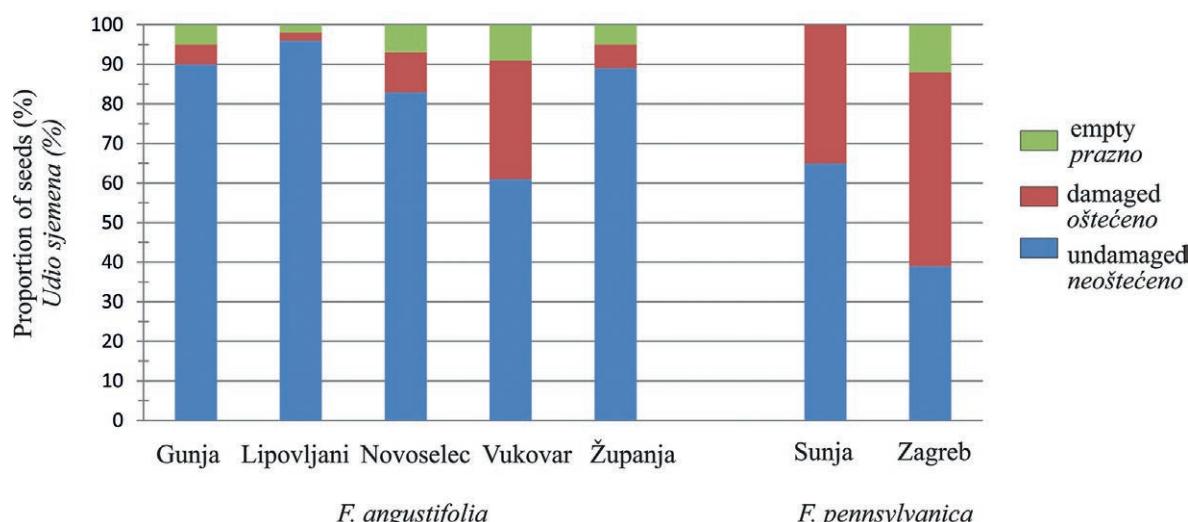


Figure 2. Proportion of undamaged, insect damaged and empty *Fraxinus angustifolia* and *Fraxinus pennsylvanica* seeds from seven different locations

Slika 2. Udio neoštećenog, oštećenog i praznog sjemena poljskog i pensilvanskog jasena sakupljenog na sedam različitih lokacija

Table 1. Numbers and locations of insect taxa and stages found in *Fraxinus angustifolia* and *Fraxinus pennsylvanica* seeds

Tablica 1. Brojnost i lokacije na kojima su utvrđeni pojedini stadiji i taksoni insekata nađenih u sjemenu poljskog i pensilvanskog jasena

Ash species Vrsta jasena	Identified taxon Identificirani takson	Identification method (GenBank Access. No.) <i>Metoda identifikacije (GenBank identifikacijski broj sekvence)</i>	Insect stage found in the seeds <i>Stadij insekta nađen u sjemenu</i>	Number of found insect specimens/total number of inspected seeds <i>Broj nađenih jedinki insekta / ukupan broj analiziranog sjemena</i>	Location(s) of taxon finding <i>Lokacije na kojima je identificirani takson prisutan</i>
<i>F. angustifolia</i>	<i>Lignyodes enucleator</i>	Molecular genetic method <i>molekularno genetička metoda</i> MN531297 MN531298 MN531299 MN531300	larva <i>ličinka</i>	116/2.500	Gunja, Lipovljani, Novoselec, Vukovar, Županja
		Molecular genetic method <i>molekularno genetička metoda</i> MN531301	larva <i>ličinka</i>	2/2.500	Županja
		unidentified <i>neidentificirana</i>	larva, adult <i>ličinka, imago</i>	39/2.500	Novoselec, Vukovar, Gunja, Županja
		morphological identifi- cation <i>morfološka identifikacija</i>	larva <i>ličinka</i>	21/1.000	Sunja, Zagreb
	<i>Eupelmus urozonus</i>	Molecular genetic method <i>molekularno genetička metoda</i> MN531304	pupa <i>kukuljica</i>	4/1.000	Sunja, Zagreb
<i>F. pennsylvanica</i>	<i>Pteromalidae</i> sp.	Molecular genetic method <i>molekularno genetička metoda</i> MN531302 MN531303	larva <i>ličinka</i>	68/1.000	Sunja, Zagreb
		unidentified <i>neidentificirana</i>	adult <i>imago</i>	39/1.000	Sunja, Zagreb
	<i>Pseudargyrotoza conwagana</i>	morphological identifi- cation <i>morfološka identifikacija</i>	larva <i>ličinka</i>	1/1.000	Sunja
	Diptera sp.	unidentified <i>neidentificirana</i>	larva <i>ličinka</i>	2/1.000	Sunja

ash seeds (Table 1). Weevil and moth larvae found in narrow-leaved ash seeds were identified based on the morphological and molecular genetic analysis, as *L. enucleator* and *Pseudargyrotoza conwagana* (Fabricius, 1775, Lepidoptera: Tortricidae), with 98.21% and 99.06% sequence similarity to reference sequences in NCBI GenBank, respectively. Wasp larvae and adults found in this ash species were not successfully identified (Figure 3).

Morphological and molecular genetic analysis of wasps in damaged seeds of green ash revealed that found pupae belong to species *Eupelmus urozonus* (Dalman, 1820, Hymenoptera: Eupelmidae), and larvae to family Pteromalidae (Hymenoptera), with 99.35% and 93.30% sequence similarity to reference sequences in NCBI GenBank, respectively. Wasp adults remained unidentified. Weevil larvae were identified as *L. bischoffi*, combining their morphological characteristics according to Gosik *et al.* (2017) and molecular genetic analysis, because the obtained sequence was

ambiguous and shared only 89.53% similarity with other *L. bischoffi* sequences deposited in NCBI GenBank. Moth larvae was identified based on its morphological characteristics as *P. conwagana*. Fly larvae were not successfully identified (Figure 3).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Relatively small number of damaged and empty narrow-leaved ash seeds was found in this research, implying their good health status regarding insect infestation. Although seeds of introduced green ash revealed higher insect occupation, especially those collected in the urban area, most of the specimens found (81%) were parasitoids, indicating that pest populations are naturally held under control. In total, four insect taxa were identified to species level in this research, of which three can be categorised as seed pests (*L.*

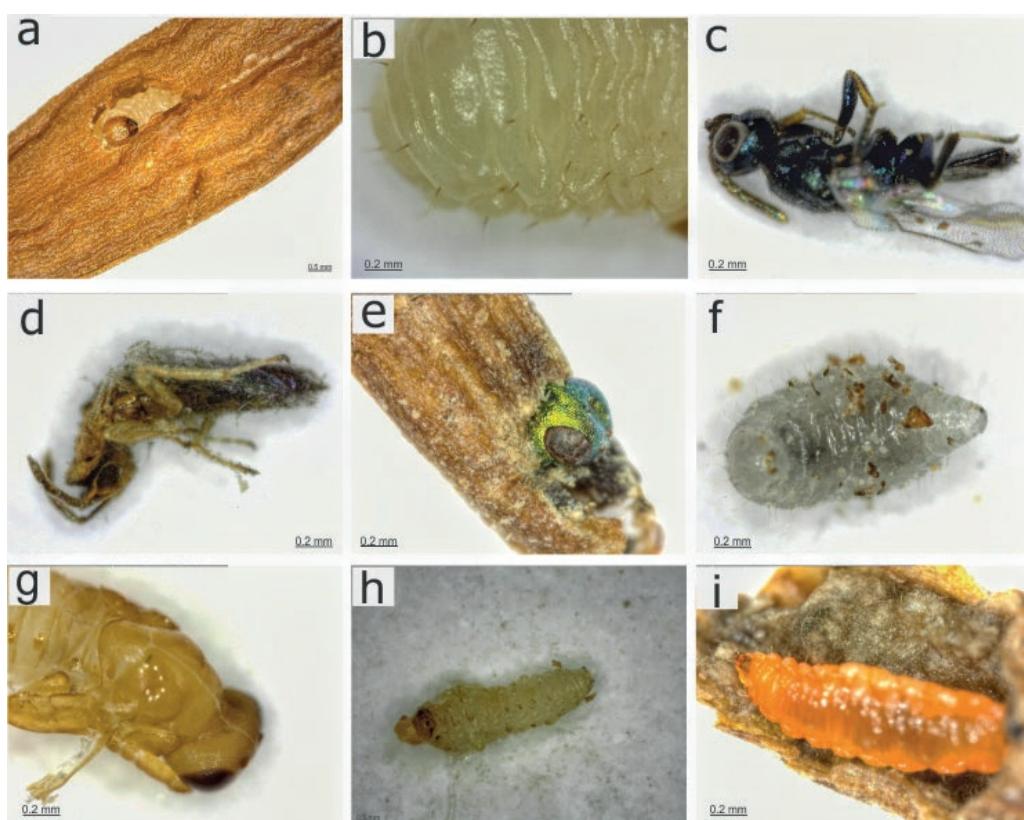


Figure 3. Some of the insect specimens found in seeds of *Fraxinus angustifolia* (a-c) and *F. pennsylvanica* (d-i): (a) *Lygniodes enucleator* larva; (b) *Lygniodes enucleator* larva abdomen detail; (c) parasitoid wasp adult; (d) parasitoid wasp adult; (e) parasitoid wasp adult head detail; (f) parasitoid wasp larva; (g) *Eupelmus urozonus* pupa; (h) *Pseudargyrotoza conwagana* caterpillar; (i) Diptera larva

Slika 3. Neke od jedinki kukaca nadene u sjemenu poljskog jasena (a-c) i sjemenu pensilvanskog jasena (d-i): (a) ličinka *Lygniodes enucleator*; (b) detalj abdomena ličinke *Lygniodes enucleator*; (c) imago parazitoidne ose; (d) imago parazitoidne ose; (e) detalj glave imaga parazitoidne ose; (f) ličinka parazitoidne ose; (g) kukuljica *Eupelmus urozonus*; (h) gusjenica *Pseudargyrotoza conwagana*; (i) ličinka Diptera

enucleator, *L. bischoffi*, *P. conwagana*). Other specimens were mostly parasitoid wasps in different stages, which, with the exception of *E. urozonus* pupae, remained unidentified.

L. enucleator, found only in native narrow-leaved ash seeds in this research, is the most common and widespread species of the Palearctic *Lignyodes* (Clark and Lodos 1981), present in the most part of the Europe on ash seeds and seeds of *Ligustrum vulgare* L. and *Syringa vulgaris* L. (Dieckman 1970, Mazur 2002, Arndt and Hielscher 2007, Nakladal 2011, Bacal *et al.* 2013, Caldara 2013, Delbol 2013). Proportion of seeds infested by *L. enucleator* in the present study was only 4.64% altogether, which could be a consequence of its preference towards trees that are well exposed to the sun, mostly in rural and urban biotopes (Gosik *et al.* 2017), and avoidance of trees growing in riparian forests, where its larvae and pupae overwintering in the soil could be inundated and killed during spring floods (Kania *et al.* 2001; Gosik *et al.* 2001). The fact that analysed seeds were collected in regularly flooded narrow-leaved ash forest stands is the most probable cause for low rate of *L. enucleator* presence in seeds. Therefore, it is plausible to conclude

that this weevil does not represent danger to the seed health status and reproduction rate of narrow-leaved ash in its natural habitat in Croatia.

In the present study, *L. bischoffi* was found only in the seeds of introduced green ash. In Europe this weevil is so far confirmed in Austria, Hungary, Moldova, Poland, Russia, Slovakia, Switzerland and Ukraine, most frequently on the North American species such as *F. americana* L., *F. nigra* Marsh and *F. pennsylvanica*, but also on *F. ornus* L., *F. lanceolata* Borkh., *F. oxyxarpa* Will., and *F. excelsior* (Dieckmann 1974, Clark 1980, Caldara 2013, Bacal *et al.* 2013, Arzanov 2013, Gosik *et al.* 2017). This is the first official report of *L. bischoffi* in Croatia. Although the proportion of seeds infested by living larvae was only 2.1% in this study, in every seed where wasp larva was found there was a dead larva of the weevil as well; and since the ash seeds were collected at the beginning of November, some larvae had already left the seeds, leaving an exit hole. Combining those findings, the actual proportion of infested seeds was around 16%, but was significantly decreased by the present parasitoids. The fact that *L. bischoffi* prefers urban areas and trees surrounded by grassy areas well exposed to the sun

(Wanat and Gosik 2003, Gosik 2006), could also explain its absence in the part of analysed seeds, as one of two sampling locations was a floodplain forest stand (Sunja).

The other pest found on both ash species in this research was *P. conwagana*, a phytophagous moth from Lepidoptera family widespread through the Eurasia region on the plants belonging to genera *Ligustrum*, *Fraxinus*, *Syringa* and *Berberis* (Tapper 1992). In Europe large numbers of its caterpillars were reported in seeds of common ash in England, causing 15–36% seed loss (Gardner 1977), and also in Sweden (Tapper 1992, Hayatgheibi 2013), Slovakia (Kollar 2007), Lithuania (Ostrauskas 2004) and Poland (Kubasik 2011). There are no reports of this pest in narrow-leaved ash and green ash seeds generally, nor was it found in Croatia before. Currently, *P. conwagana* is not a threat to the examined ash species in Croatia, since it was found in only two narrow-leaved ash seeds from Županja and in one green ash seed from Sunja (both in woodland areas). Regarding narrow-leaved ash, the low infestation rate could be the consequence of a decrease in seed production (Vincenc 2015, 2016, 2017, 2018, 2019), as Janzen (1971) reports that natural fluctuations of ash species in seed production lead to lower rates of moth infestation. However, this explanation is not applicable to green ash, and it might be that in Croatia ash species are not the primary source of food for this seed-feeding tortricid, but rather some other plant species.

In the seeds of both species of ash, parasitoid wasps were detected in the larval, pupal, and adult stages. The only determined species was *E. urozonus* collected from the green ash seeds from both sampling locations. This wasp is considered to be exceptionally polyphagous, as it occurs on hosts belonging to Lepidoptera (Gelechiidae, Oecophoridae, Tortricidae), Coleoptera (Bruchidae, Curculionidae, Scolytidae), Diptera (Agromyzidae, Cecidomyiidae, Tephritidae), Neuroptera (Chrysopidae) and Hymenoptera (Cynipidae, Braconidae, Tenthredinidae, Ichneumonidae) (Gibson and Fusu 2016). Although *E. urozonus* is reported to be established throughout Europe (Gibson and Fusu 2016), this is the first official report of its presence in Croatia. Comparing found specimens of adult wasps with the descriptions in the literature (Al khatib *et al.* 2014), there is a possibility that some of the acquired adults could also be *E. urozonus*, but this requires further investigation. Larval stages of parasitoid wasps found in green ash were determined to belong to Pteromalidae family, which is the largest family within superfamily Chalcidoidea with over 3.500 mostly parasitic species, often difficult to determine (Burks 2009). Wasp larvae in narrow-leaved ash and adults found in both species of ash could not be identified by molecular genetic analysis due to their small numbers and size, but were identified by their morphological characteristics as parasitoid wasps. For further determination they require a more detailed examination.

Comparing the health status of the seeds of the native narrow-leaved ash and the introduced green ash, the native seeds were generally in a better state. As for green ash seeds, those collected from a forest stand (Sunja) were less damaged by insects than the ones collected from the urban park in Zagreb, which is in accordance with the claim that *L. bischoffi* most often occurs in the urban areas (Wanat and Gosik 2003, Gosik 2006). Considering that two most numerous pests found in this study, *L. enucleator* and *L. bischoffi* prefer urban areas, that relatively large number of parasitoids was found in the seeds and on their larvae, and that other pests were present in a very small number of seeds, it can be concluded that insects currently do not have a significant negative impact on the reproduction of narrow-leaved ash and green ash in forest stands.

ACKNOWLEDGEMENT

ZAHVALA

We thank Croatian Forests Ltd. for providing samples for this research and Mirjana Grahovac-Tremski for kindly providing all the necessary information regarding seed origin, collection and storage.

REFERENCES

LITERATURA

- Al khatib, F., L. Fusu, A., Cruaud, G., Gibson, N., Borowiec, J.-Y., Rasplus, N., Ris, G., Delvare, 2014: An integrative approach to species discrimination in the *Eupelmus urozonus* complex (Hymenoptera, Eupelmidae), with the description of 11 new species from the Western Palaearctic, Systematic Entomology, 39: 806–862.
- Arndt, E., S., Hielscher, 2007: Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in the forest canopy: species composition, seasonality, and year-to-year fluctuation. In: M. Unterseher, W. Morawetz, S. Klotz, E. Arndt (eds.), The canopy of a temperate floodplain forest. Results from five years of research at the Leipzig Canopy Crane, Universitätsverlag, 106–110, Leipzig.
- Arzanov, Y. G., 2013: *Lignyodes bischoffi* Blatchley, 1916 (Curculionidae) - A New Species of Invasive Weevils for Russia, Russian Journal of Biological Invasion, 4 (4): 209–211.
- Bacal, S., N., Munteanu, I., Toderaș, 2013: Checklist of beetles (Insecta: Coleoptera) of the Republic of Moldova, Acta Musei, 8 (3): 415–450.
- Battisti, A., A., Roques, F., Colombari, G., Frigimelica, M., Guido, 1999: Efficient transmission of an introduced pathogen via an ancient insect-fungus association, Naturwissenschaften, 86 (10): 479–483.
- Benson, D. A., M., Cavanaugh, K., Clark, I., Karsch-Mizrachi, D. J., Lipman, J., Ostell, E. W., Sayers, 2017: GenBank, Nucleic Acids Research, 45 (1): 37–42.
- Boivin, T., M.-A., Auger-Rozenberg, 2016: Native Fruit, Cone and Seed Insects in the Mediterranean Basin, In: T. Paine, F. Lieutier (eds.), Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems, Springer, 47–88, Cham.

- Burks, R. A., 2009: Phylogenetics of Pteromalidae and Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) With a Study of Cranial Bridges in Chalcidoidea, Doctoral dissertation, University of California Riverside.
- Caldara, R., 2013: Curculionidae: Curculioninae, Catalogue of Palaearctic Coleoptera, 8: 51–56.
- Caudullo, G., T. H., Durrant, 2016: *Fraxinus angustifolia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, European Atlas of Forest Tree Species, Publ. Off. EU, 97–97, Luxembourg.
- Clark, W. E., 1980: Revision of Nearctic Weevils of the Genus *Lignyodes* Dejean (Coleoptera: Curculionidae), Transactions of the American Entomological Society, 106 (3): 273–326.
- Clark, W. E., N., Lodos, 1981: Notes on Turkish *Lignyodes* Dejean (Coleoptera: Curculionidae) with description of a new species, The coleopterists bulletin, 35 (3): 311–315.
- Delbol, M., 2013: Catalogue des Curculionoidea de Belgique (Coleoptera: Polyphaga), Belgian Journal of Entomology, 13: 1–95.
- Dieckmann, L., 1970: Die paläarktischen *Lignyodes*-Arten, einer schließlich einer neuen Art aus der Slowakei (Coleoptera, Curculionidae), Entomol. Nachr., 14: 97–104.
- Dieckmann, L., 1974: Beitrag über mitteleuropäische Rüsselkäfer (Coleoptera, Curculionidae), Entomol. Nachr., 18: 65–70.
- Diminić, D., 2015: Nova bolest jasena (*Fraxinus* spp.) u Hrvatskoj, In: S. Matić, F. Tomić, I. Anić, (eds.), Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (HAZU), 363–373, Zagreb.
- Drescher, A., B., Prots, 2016: *Fraxinus pennsylvanica*—an invasive tree species in Middle Europe: case studies from the Danube basin, Contribuijti Botanice, 51: 55–69.
- Drvodelić, D., M., Oršanić, 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležanog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl), Šumarski list, 140 (11–12): 539–547.
- Folmer, O., M., Black, W., Hoe, R., Lutz, R., Vrijenhoek, 1994: DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates, Mol. Mar. Biol. Biotechnol., 3: 294–299.
- Gardner, G., 1977: The reproductive capacity of *Fraxinus excelsior* on the Derbyshire limestone, Journal of Ecology, 65: 107–118.
- Gibson, G. A. P., L., Fusu, 2016: Revision of the Palaearctic species of *Eupelmus* (*Eupelmus*) Dalman (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae), Zootaxa, 4081 (1): 1–331.
- Gosik, R., J., Łętowski, T., Mokrzycki, M., Wanat, 2001: *Lignyodes bischoffi* (Blatchley, 1916) (Coleoptera: Curculionidae) - gatunek nowy w faunie Polski, Wiadomości Entomologiczne, 29: 43–48.
- Gosik, R., 2006: Weevils (Curculionoidea) of the middle part of the Bug River Valley, Ann. Uni. Mariae Curie-Sklodowska Sect. C, 61: 7–69.
- Gosik, R., J., Skuhurovec, I., Toševski, R., Caldara, 2017: Morphological evidence from immature stages further suggests *Lignyodina* being close to *Tychiina* (Coleoptera, Curculionidae, Curculioninae, Tychiini), Zootaxa, 4320 (3): 426–446.
- Gross, A., T., Hosoya, V., Queloz, 2014: Population structure of the invasive forest pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, Molecular Ecology, 23 (12): 2943–2960.
- Hayatgeibi, H., 2013: Studies on the microflora associated with the seeds of European ash (*Fraxinus excelsior*) and the infection biology of the pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* causing ash dieback, Master Thesis, Swedish University of Agriculture Science.
- Hulme, P. E., C. W., Benkman, 2002: Granivory, Plant–animal interactions: an evolutionary approach, Blackwell, 185–208, Oxford.
- Janzen, D. H., 1971: Seed predation by animals, Annual Review Ecology and Systematics, 2: 465–492.
- Kania, J., T., Mokrzycki, J., Szypuła, M., Wanat, 2001: *Lignyodes enucleator* (Panzer, 1798) (Coleoptera, Curculionidae) - gatunek w ekspansji w Polsce, Wiadomości Entomologiczne, 19: 43–48.
- Kollar, J., 2007: The harmful entomofauna of woody plants in Slovakia, Acta entomologica serbica, 12 (1): 67–79.
- Kranjec Orlović, J., I., Andrić, I., Bulovec, D., Diminić, 2019: Mycobiota in the seeds of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), Šumarski list, 143 (3–4): 103–110.
- Kremer, D., J., Čavlovic, 2005: Distribution of Introduced North American Ash Species and Their Role in Lowland Forest Management in Croatia, Journal of Forestry, 103 (6): 309–313.
- Kubasik, W., 2011: Tortricidae (Lepidoptera) of Wielkopolska province with comments on rare species, Polish journal of entomology, 80: 505–516.
- Luchi, N., V., Mancini, M., Feducci, A., Santini, P., Capretti, 2011: *Leptoglossus occidentalis* and *Diplodia pinea*: a new insect-fungus association in Mediterranean forests, Forest Pathology, 42 (3): 246–251.
- Mazur, M., 2002: The distribution and ecology of weevils (Coleoptera: Nemonychidae, Attelabidae, Apionidae, Curculionidae) in western Ukraine, Acta zoologica cracoviensia, 45 (3): 213–244.
- Miliotić, M., J., Kranjec, D., Diminić, 2016: Current status of ash dieback disease *Hymenoscyphus fraxineus* in Croatia, In: I. Radojić Redovniković, V. Gaurina Srćek, K. Radošević, T. Jakovljević, R. Stojaković, D. Erdec Hendrih (eds.), Natural resources, green technology & sustainable development - GREEN/2, University of Zagreb Faculty of Food Technology and Biotechnology, 124–124, Zagreb.
- Nakai, Z., T., Kondo, S., Akimoto, 2011: Parasitoid attack of the seed-feeding beetle *Bruchus loti* enhances the germination success of *Lathyrus japonicus* seeds, Arthropod-Plant Interactions, 5 (3): 227–234.
- Nakladal, O., 2011: Results of a faunistic survey of beetles (Coleoptera) in Hejtmana Nature Reserve (Czech Republic, northern Moravia, Litovelské Pomoraví Protected Landscape Area) in 2009, Acta Mus. Beskid., 3: 103–129.
- Ostrauskas, H., 2004: Moths Caught in Pheromone Traps for American White Moth (*Hyphantria Cunea* Dr.) (Arctiidae, Lepidoptera) in Lithuania During 2001, Acta Zoologica Lituanica, 14 (1): 66–74.
- Prots, B., A., Drescher, B., Vykhor, 2011: Invasion ecology of Green Ash *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in the Transcarpathia (Ukraine). Біологічні системи, 3: 269–276.
- Ratnasingham, S., P. D., Hebert, 2007: BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>), Molecular ecology notes, 7 (3): 355–364.
- Sallabanks, R., S. P., Courtney, 1992: Frugivory, seed predation, and insect-vertebrate interactions, Annual Review of Entomology, 37: 377–400.
- Schmiedel, T., J., vom Brocke, J., Recker, 2013: Which cultural values matter to business process management?, Business Process Management Journal, 19 (2): 292–317.

- Tapper, P., 1992: Irregular fruiting in *Fraxinus excelsior*, Journal of Vegetation Science, 3: 41–46.
- Temunović, M., J. Franjić, Z., Šatović, M., Grgurev, N., Frascaria-Lacoste, J. F., Fernández-Manjarrés, 2012: Environmental Heterogeneity Explains the Genetic Structure of Continental and Mediterranean Populations of *Fraxinus angustifolia* Vahl, PLoS ONE 7 (8): e42764.
- Turgeon, J. J., A., Roques, P., De Groot, 1994: Insect Fauna of coniferous seed cones: diversity, host plant interactions and management. Annual Review of Entomology 39: 172–212.
- Vincenc, G., 2015: Rezultati sakupljanja sjemena: Lužnjak dobro, jasen nikako, Hrvatske šume, 217/218: 17.
- Vincenc, G., 2016: Proizvodnja šumsko-rasadničkog materijala: Pojavljuju se znakovi oporavka jasena, Hrvatske šume, 231: 20–21.
- Vincenc, G., 2017: Proizvodnja 2016.: Bukva na kontinentu odlična, u gorskoj Hrvatskoj slaba, Hrvatske šume, 244: 32–33.
- Vincenc, G., 2018: Rezultati proizvodnje 2017.: Unatoč lošim predviđanjima, godina u rangu prethodnih, Hrvatske šume, 256: 28–29.
- Vincenc, G., 2019: Rezultati proizvodnje 2018.: Jasen i četinjače i dalje loše, sveukupno dobro, Hrvatske šume, 268: 26–27.
- Wanat, M., R., Gosik, 2003: Materiały do znajomo ci ryjkowców (Insecta: Coleoptera: Curculionoidea) doliny Bugu, Nowy Pam. Fizjogr. (Warszawa), 2 (1–2): 31–52.

SAŽETAK

Autohtoni poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i alohtoni pensilvanski jasen (*F. pennsylvanica* Marshall) su dvije najčešće vrste roda *Fraxinus* prisutne u nizinskim šumama Hrvatske, zbog čega zaузimaju važno mjesto u ovim šumskim ekosustavima. Posljednjih godina je zapaženo smanjenje uroda sjemena poljskog jasena, naglašavajući važnost dobrog zdravstvenog stanja sakupljenih količina, jer se sjeme koristi za proizvodnju sadnica koje se dalje upotrebljavaju za pomlađivanje šumskega sastojina ili pošumljavanje. Kako kukci mogu imati velik utjecaj na zdravstveno stanje sjemena, cilj ovog istraživanja je bio dobiti uvid u prisutne vrste i njihovu učestalost u sjemenu jasena. Prisutnost kukaca je analizirana u ukupno 2.500 sjemenki poljskoga i 1.000 sjemenki pensilvanskog jasena. Promatrano sjeme je kategorizirano kao neoštećeno, oštećeno i prazno (šturo), a nađene jedinke kukaca su identificirane na temelju morfoloških karakteristika i korištenjem molekularno genetičke analize. Sjeme pensilvanskog jasena pokazalo je veću oštećenost kukcima u usporedbi sa sjemenom poljskoga jasena, pri čemu je pipa *Lygniodes bischoffii* bila najčešći utvrđeni štetnik. Oštećeno sjeme poljskog jasena je najčešće bilo nastanjeno autohtonom vrstom pipe, *L. enucleator*. Osim navedenih štetnika, u sjemenu obje vrste jasena su nađene ličinke, kukuljice i imagi parazitoidnih osa (Hymenoptera) te ličinke štetnika *Pseudargyrotoza conwagana* (Lepidoptera). S obzirom da štetnici utvrđeni u istraživanju preferiraju urbana područja ili su nađeni na vrlo malom broju sjemena, često zajedno sa parazito-dima, može se zaključiti kako kukci trenutno nemaju značajan negativan utjecaj na zdravstveno stanje sjemena poljskog i pensilvanskog jasena u šumskim sastojinama.

KLJUČNE RIJEČI: jasen, oštećenost sjemena, pipe, *Lygniodes*, parazitoidne ose, *Pseudargyrotoza conwagana*

ANALIZA SUKOBA INTERESA NA PRIMJERU SPECIJALNOG REZERVATA PRIRODE U SRBIJI: EMPIRIJSKO ANALITIČKI PRISTUP

ANALYSIS OF CONFLICING INTERESTS ON THE EXAMPLE OF THE SPECIAL NATURE RESERVE IN SERBIA: EMPIRICALLY ANALYTICAL APPROACH

Mirjana STEVANOV¹; Albina TARJAN TOBOLKA²; Ljubomir KLJAJIĆ³; Martina KIČIĆ⁴; Max KROTT⁵

SAŽETAK:

Empirijsko analitički pristup znanosti šumarske politike primjenjen je na primjeru specijalnog rezervata prirode „Koviljsko-Petrovaradinski Rit“ (Srbija) s ciljem sveobuhvatne analize korisnika, njihovih interesa i potencijalnih sukoba interesa. Istraživanje je provedeno od kolovoza 2017. do kolovoza 2018. godine. Procjena intenziteta interesa identificiranih korisnika temelji se na kvalitativnoj analizi sadržaja i kritičkoj analizi te kombinaciji tehnika triangulacije, logičkog zaključivanja, indukcije i dedukcije. Unosom procijenjenog intenziteta interesa korisnika (vlasnici šuma – država i privatni šumovlasnici; zaposleni u šumarstvu; poduzeća/institucije – drvna industrija, pokrajinski sekretarijat, itd.; građani) u analitičku shemu jasno se mogla izdvojiti zona sukoba između korisnika s vrlo jakim interesom za korištenje drvne mase (Vojvodinašume, crkva, prerada drva) i korisnika koji pripadaju interesnom polju očuvanja/zaštite prirode (institucije zaštite prirode, građani). Uz navedeno, država tj. Vojvodinašume su u unutarnjem sukobu, jer (također) imaju vrlo snažan interes za proizvodnju drva s jedne strane i za zaštitu prirode s druge strane. Kako bi uravnotežila interes, država/pokrajina je u prednosti jer rješenje može potražiti internu, ali analitička shema pokazuje i da će rezultat neizbjježno dovesti do sukoba s drugim korisnicima (drvnom industrijom ako se poveća opseg zaštite ili zaštitom prirode ako se pojača sječa drva). Koncept zaštitnih zona pokazuje trenutni kompromisni paket između zainteresiranih strana (stroga zaštita 6%, aktivna zaštita 29% i korištenje drva 65%), koji će opstati dok ga država bude mogla podržati političkim mjerama. Empirijsko analitički pristup omogućio je sveobuhvatni uvid u korisnike i interesu vezane za Rit, a metodološka postavka je uz zaključake relevantne za daljnja znanstvena istraživanja stvorila osnovu za aktivnu komunikaciju rezultata s praksom.

KLJUČNE RIJEČI: interesi, konflikti, zaštićena dobra, šumarska politika, Srbija.

UVOD INTRODUCTION

Pojam *šumarska politika* je sinonim i za znanost šumarske politike, kao i za „dnevnu“ šumarsku politiku, koja se iz

dana u dan odvija u praksi. Dok je osnovni zadatak ove druge („dnevne“) vezan za formuliranje i implementaciju općevažećih ciljeva i mjera kroz Zakone i strategije u svrhu osiguravanja trajnosti gospodarenja šumama, znanost šumarske politike se bavi analizom implementacije, kao i na-

¹ Dr. Mirjana Stevanov, Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Sveučilište u Novom Sadu, Srbija

² Mast. ing. Albina Tarjan Tobolka, Vojvodinašume, Srbija

³ Mast. Ljubomir Kljajić, Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Sveučilište u Novom Sadu, Srbija

⁴ Mag. ing. silv. Martina Kičić, Hrvatski Šumarski Institut, Jastrebarsko, Hrvatska.

⁵ Prof. Dr. Max Krott, odjeljenje za politiku šuma i zaštitu prirode, Šumarski fakultet i Ekologija šuma, Sveučilište Georg August Göttingen, SR Njemačka

činima unapređenja (Krott, 2005; Kroeger, 2017). Literatura zemalja s područja bivše Jugoslavije pokazuje da je to do sada bio i najzastupljeniji način istraživanja (Avdibegović, 2002; Martinić et al. 2009; Vuletić et al. 2009b; Stevanov et al. 2010; Brajić et al., 2011; Todorov et al., 2011; Nikolić et al., 2011; Nonić et al., 2012; Keča, Nedeljković, 2012; Lukić, 2013; Ranković et al., 2016; Pezdevšek Malovrh et al., 2018; Nonić et al., 2019). Nasuprot tomu, interes, kao ključni način uređivanja politike u šumarstvu (Krott, 2005), prisutan je u svega nekoliko inicijalnih istraživanja (Grujičić et al., 2008; Vuletić et al., 2009a, 2010, 2013; Kiš et al., 2010; Nevenić et al., 2011; Marić et al., 2012), koja se oslanjaju na mišljenja ispitanika, a rezultati ankete pokazuju šumarstvo i zaštitu prirode kao strane u sukobu¹ (Vuletić i suradnici 2010). U Srbiji su inicijalna istraživanja provedena u nacionalnom parku Fruška Gora (Nevenić et al., 2011) u parku prirode Lazarev Kanjon (Grujičić et al., 2008) sa fokusom na načine rješavanja sukoba. U usporedbi sa tim, ovaj rad se završava tamo gdje prethodno navedeni počinju – kod potencijalnih sukoba interesa. To naglasak istraživanja pomiče na (drugačije) kombiniranje analitičkih kategorija i metoda prikupljanja i analize podataka, otvarajući ulaz u teorijski-baziranim analitičko-heurističkim aspektima, kvalitativnim podacima, kao i kritičkom zaključivanju na temu korisnika šuma, njihovih interesa i sagledavanja potencijalnih sukoba interesa. Cilj rada je da na konkretnom primjeru provjeri tvrdnju znanosti o šumarskoj politici – da se korištenjem empirijsko analitičkog pristupa (Krott, 2005, 2012; Kleinschmit et al., 2016) mogu definirati i analizirati korisnici, njihovi interesi i potencijalni sukobi interesa. Empirijsko analitički pristup je pozitivistički, metode su uglavnom kvalitativne, a za empirijski primjer uzet je specijalni rezervat prirode „Koviljsko-Petrovaradinski Rit“ (u dalnjem tekstu Rit) koji je dobro pristupačan i poznat autorima rada (Tarjan Tobolka, Stevanov, 2016).

ANALITIČKI OKVIR ANALYTICAL FRAMEWORK

1.1. Korisnici šuma – 1.1. Forest users

Korisnici šuma su promatrani kroz četiri analitičke kategorije (Krott, 2005):

Vlasnici šume: čimbenici koji posjeduju neposrednu moć kontrole nad određenom šumom: država, privatni šumovlásnici, crkve, manastiri, općine, itd. Država često javnim/državnim poduzećima delegira pravo upravljanja i/ili gospodarenja šumama te ona pripadaju također u ovu kategoriju.

Zaposleni u šumarstvu: svi oni korisnici šume koji „nose“ realizaciju proizvodnje u šumarstvu, npr. šumski radnici i

zaposleni na poslovima gospodarenja, ali koji nemaju neograničeno pravo pristupa šumi, kao niti moć odlučivanja u postupanju s njom, već je to regulirano ugovorima, pravnim i drugim aktima.

Poduzeća i institucije: obuhvaća poduzeća i institucije čije je djelovanje vezano za šume - primarnu i sekundarnu preradu drva, institucije za zaštitu prirode, vodoprivreda, itd. **građani:** svi članovi određene političke zajednice (npr. općine), kao i građani koji posjećuju konkretan prostor šume radi odmora i rekreativne. Ovdje su promatrani pojedinačni građani kao neorganizirana skupina te lokalna grupiranja poput školskih odjeljenja, trkača i ostalih koji promatrani prostor grupno koriste.

1.2. Interesi i sukobi interesa – 1.2. Interests and conflicts of interest

Po najzastupljenijoj definiciji, interesi su vezani za korist koji pojedinac ili grupa mogu „izvući“ iz određenog objekta (Krott, 2005), a taj objekt je u ovom slučaju šuma. Interesi samim tim određuju način na koji će se pojedinci ili grupe orijentirati prilikom svog djelovanja (ibid.), odnosno koje mјere i postupke će poduzeti, kao i koje resurse će uložiti ne bi li došli do određene koristi (Schuesser, 2012, 2013). Koristi od šuma su višestruke (Amacher et al., 2014) i po Glueck et al. (2001) mogu se analitički svrstati u: (i) koristi od drva (prodaja drva, upotreba drva za grijanje, itd.); (ii) koristi od lova, ribolova, stočarstva, itd.; (iii) koristi zaštite stambenih objekata od buke i pogleda; (iv) koristi zaštite infrastrukture (cesta, pruga) od odrona, snijega, vjetra itd.; (v) koristi zaštite prirode, npr. bioraznolikosti; (vi) očuvanja (kvaliteta) vode i klime (npr. skladištenje ugljika); (vii) rekreativne i odmornice u šumi, očuvanja krajolika; kao i (viii) uporabe šume/zemljišta na najprofitabilniji način (na primjer iznajmljivanje zemljišta, prodaja šume).

Sukobi interesa – Conflicts of interest

Kada u svijetu ograničenih resursa različiti interesi dođu međusobno u dodir, onda često dolazi do sukoba (Eckerberg i Sandström 2013). Ako se polazi od pretpostavke da svaki od interesa ima ekonomsku, ekološku ili društvenu osnovu (Krott, 2005) onda se sukobi mogu reducirati na sedam osnovnih (Glueck et al., 2001):

Sukob ekonomskih interesa (Tablica 1, ①): kada kod višenamjenske proizvodnje dva ili više tržišnih dobara postanu konkurentna (npr. drvni sortimenti i usluge lova), ali i kada se na tržištu rada interesi poslodavca i zaposlenih sukobe (npr. oko cijene rada) ili se na tržištu sirovina produžeća kao prodavači drvene sirovine sukobe sa drvoprera-

¹ U Bosni i Hercegovini (BiH) 22% ispitanika također prepoznaće sukob šumarstva i zaštite prirode kao relevantan dok njih 51% ističe sukob šumarstva i drvene industrije kao primarni (Marić et al., 2012).

Tablica 1. Primjeri sukoba interesa u šumarskoj politici (1–7)

Table 1. Examples of conflict of interests in forestry policy (1–7)

Interesi vezani za šumu Forest related interests	Društveni Social	Ekološki Ecological	Ekonomski Economical
Ekonomska <i>Economical</i>	❶ Ekonomski interes vlasnika/korisnika šume je u sukobu sa interesom društvenih grupa koje šumu koriste za odmor i rekreaciju, zaštitu zemljišta, pejzaž, itd.	❷ Sukob kratkoročnog ekonomskog interesa (npr. ostvarivanje dobiti) i dugoročnog ekološkog interesa (npr. zaštita prirode, održivost)	❶ Nemogućnost usaglašavanja višenamjenskog korištenje šuma za dva ili više tržišnih dobara, sukob na tržištu rada između poslodavca i zaposlenih, sukob interesa proizvodjača i kupaca sirovine, itd.
Ekološka <i>Ecological</i>	❷ Usaglašavanje interesa oko prostornih i drugih planova (urbanističkih, ...)	❸ Ekološko opterećenje prostora zbog velikog broja posjetitelja, turizam, itd.	❷ Nemogućnost postizanja konsenzusa o načinu gospodarenja zaštitnim šumama, upravljanja zaštićenim područjima, itd.
Društveni <i>Social</i>	❸ Sukob različitih društvenih grupa po pitanju prioritetnog korištenja šume za rekreaciju		

Izvor: Glueck et al., 2001:3, adaptirano

đivačima kao kupcima, što se u velikoj mjeri rješava putem tržišnog mehanizma (Ranković, Keča, 2007).

Sukob ekonomskih i ekoloških interesa (Tablica 1, ❷): kada kratkoročni ekonomski interes (npr. dobit od intenzivne sječe drva) dođe u dodir s dugoročnim ekološkim interesom očuvanja prirodnosti i vitalnosti šuma za buduće generacije: To je prepoznatljivo kroz diskusije o klimatskim promjenama (Thom et al., 2017), sadržaju/definiranju održivog gospodarenja šumama i biološke raznolikosti (Seidl et al., 2017) ili posljedicama emisije različitih plinova na vitalnost šuma (Scott et al., 2018).

Sukob ekonomskih i društvenih interesa (Tablica 1, ❸): kada ekonomski interesi (npr. profitno orijentiran vlasnik ili poduzeće) dođu u dodir s društvenim interesima rekreacije, odmora, krajolika, zaštite vode, itd. Dok zadovoljavanje ovih društvenih interesa uglavnom ne donosi prihod, već restriktivno utječe na proizvodnju tržišnih dobara (Keča et al., 2013).

Sukob ekoloških interesa (Tablica 1, ❹): ne dovodi se u pitanje cilj očuvanja šumskih ekosustava (uz minimalno ili potpuno odsudstvo ljudske intervencije), već način (Amacher et al., 2014): da li šume treba potpuno prepustiti samima sebi, intervenirati samo u sprječavanju šteta ili prilagoditi načine gospodarenja ovom posebnom režimu.

Sukob ekoloških i društvenih interesa (Tablica 1, ❺): prisutan je svugdje gdje ekološki aspekti „trpe“ uslijed ljudskog faktora, a teško je ustanoviti prioritet, npr. u planinskom području koje je bogato mladom šumskom vegetacijom, zimi atraktivnom za skijanje i snowmobil (nenamjerno uništavanjem mladica od strane skijaša i vozača), a zbog strmih nagiba podložno lavinama, bujicama i odronima.

Sukob društvenih interesa (Tablica 1, ❻): uglavnom slijed međusobnog neslaganja više društvenih grupa koje prioritet daju različitim načinima korištenja šume za odmor i rekreaciju (planinari, biciklisti, grupe koje koriste šumske pu-

teve za jahanje ili grupe koje se zalažu za očuvanje prirode kroz potpunu zabranu korištenja ne mogu postići dogovor).

Sukob ekonomskih, ekoloških i društvenih interesa (Tablica 1, ❼): prostor je pogodan višenamjenskom korištenju, a predmet je različitih vrsta i razina planiranja, od općih prostornih planova, preko planova gospodarenja šumama, planova zaštite određenih prirodnih područja, planova razvoja turističkih regija, pa do planova jedne mjesne zajednice. Tada postoji potencijal za nastanak ekonomskih, ekoloških i društvenih sukoba.

MATERIJAL I METODE RADA

MATERIAL AND METHODS

2.1. Empirijski primjer – 2.1 Empirical example

Koviljsko-Petrovaradinski Rit (5.895 ha) se nalazi u Vojvodini, u jugoistočnom dijelu Bačke (Slika 1) i prostire se većim dijelom duž lijeve, a manjim dijelom uz desnu obalu rijeke. Rit predstavlja integralnu cjelinu šumskih, vlažnih (barsko-močvarnih) i poplavnih staništa pod neposrednim utjecajem kolebanja razine vode rijeke Dunav. On spada u zaštićena dobra, a temeljne vrijednosti ovog specijalnog rezervata prirode su očuvanost i raznovrsnost izvornih orografskih i hidrografskih oblika ritova (ade, rukavci, bare, močvare), očuvanost i bujnost izvornih biljnih zajednica karakterističnih za ritove – šume, livade, trstici i ševari, kao i raznovrsnost i bogatstvo faune (206 vrsta ptica i 24 vrste riba) koje uključuje prisutnost rijetkih i prorijeđenih vrsta. 1989. godine Rit je proglašen kao međunarodno važno područje za ptice, 2005. godine kao područje značajno za floru, 2004. godine uvršten je na popis zaštićenih područja značajnih za sliv rijeke Dunav, a od 2012. godine nalazi se na Ramasar popisu važnih vlažnih područja (Panjković et al., 2016; Puzović et al., 2015). Ritom kao zaštićenim područjem koje se nalazi u neposrednoj blizini autoceste Novi Sad-Beograd, a od navedenih gradova udaljen je 20, odnosno 60 kilometara upravlja Javno Poduzeće (JP) Vojvodi-



Slika 1.1 Specijalni Rezervat Prirode "Koviljsko-Petrovaradinski rit" – geografski položaj i rasprostiranje (Izvor : Panjković et.al, 2010)

Figure 1. Special Nature Reserve "Koviljsko-Petrovaradin Rit" – geographical location and distribution (Source: Panjković et. al, 2010)

našume, koje je tržišno i profitno orientirano (Stevanov, Krott, 2013). U selu Kovilj nalazi se Manastir Svetih Arhangela, što obogaćuje okolinu samog Rita koji se prostire na teritoriju četiri političke opštine – Novi Sad, Indija, Sremski Karlovci i Titel. Prema Uredbi o proglašenju (Sl. glasnik 44/11) Rit je podijeljen na tri stupnja zaštite: prvi stupanj obuhvaća 373 ha (6%) stroge zaštite; drugi stupanj 1.738 ha (29%) je pod mjerama aktivne zaštite; u trećem stupnju 3.784 ha (65%) moguće je gospodariti šumama bez ograničenja (Panjković et al., 2010; POG – Posebne Osnove Gospodarenja šumama).

2.2. Sekvencijska metoda – 2.2. Sequential method

S obzirom da interes korisnika nije moguće izravno sagledati, znanost šumarske politike ih istražuje kroz pozicije i (javno iznesene) stavove, aktivnosti i resurse korisnika (Krott, 2005). U ovome radu ovi aspekti istraženi su primjenom modificirane sekvenčne metode po Schuesseru (2012, 2013): (i) Prva sekvenca obuhvaća prikupljanje empirijskog materijala u vidu polu strukturiranih otvorenih intervjuja licem u lice, kojima se dolazi do početnih informacija o korisnicima i njihovom djelovanju. Tehnikom

snježne grude (Cohen, Arieli, 2011) nastoji se doći do svih potencijalnih korisnika prostora – u konkretnom slučaju Rita. Takav polustrukturirani otvoreni razgovor primjenjuje se sve dok se korisnici ne počnu ponavljati (cirkularni intervju); (ii) Druga sekvenca zahtijeva da su istraživaču tijekom prikupljanja podataka na terenu dostupni svi sugovornici identificirani u prvoj sekvenci te da je moguće stići njihovo povjerenje i voditi otvorenu, obostranu komunikaciju. U ovoj fazi prikupljaju se detaljne informacije, ne samo razgovorom (licem u lice) već se posjećuju javna okupljanja kojima ciljni akteri nazočuju (npr. sastanci lokalne samouprave), prate se njihove izjave i postupci, prikupljaju informacije o resursima koje posjeduju i promatraju njihove ostale (javne) aktivnosti. Prikuplja se materijal u tiskanom (ili drugom) obliku koji bi dokumentirao identificirane stavove i aktivnosti u promatranom razdoblju (konkretno u posljednjih pet godina), npr. izjava na javnom skupu o nedostatku finansijske podrške se zabilježi i nastoji dokumentirati na terenu; (iii) Treća sekvenca obuhvaća sistematizaciju prikupljenog materijala, koja kod N-uzorka (Schusser et al., 2012, 2013) obuhvaća statističku obradu, dok u pojedinačnom prikupljeni empirijski materijal (dokumenti i transkripti) prolazi kvalitativnu analizu sadržaja (Bowen,

¹ Preuzeto sa <http://www.vojvodinasume.rs/ponuda/srp-koviljsko-petrovaradinski-rit/>

2009) i kritičku analizu (Friedrichs 1990, Browne, Keeley 2001). Nakon toga se primjenom tehnika triangulacije, logičkog zaključivanja, indukcije i dedukcije vrši procjena intenziteta interesa identificiranih korisnika datog prostora (Rita) od vrlo jakog (+++) i jakog (++), preko umjerenog (+) i postojećeg (•) do nepostojećeg (/). Skala je bazirana na višefaktorskoj procjeni intenziteta interesa, bez korištenja manuala ili sličnih pomagala, te postupak zahtijeva dobro poznavanje slučaja i materije, iskustvo, duži razdoblje za promatranje, kritičnost i sveobuhvatnost, a zbog pouzdanoći postupak procjene vrši se nezavisno od strane barem dva istraživača, te se rezultati usporede i kritički diskutiraju u okviru cijelog tima. Kada razlike u procjeni intenziteta budu neznatne (npr. umjeren ili postojeći), tijekom samog procesa moguće je vršiti korekcije, posebno kroz relativne usporedbe s jedne, kao i uzimanje u obzir cijele slike s druge strane (kada su procijenjeni interesi svih korisnika). U slučaju nedostatka adekvatnih „dokaza“ za određene tvrdnje korisnika, interes se procjenjuje na osnovi raspoloživog materijala, imajući u vidu da je procjena podložna promjeni ukoliko to dodatni materijal pokaže.

2.3. Empirijski materijal i analiza – 2.3. *Empirical material and analysis*

Istraživanje je provedeno kolovoza 2017. do kolovoza 2018. godine. U periodu između kolovoza i prosinca 2017. godine kao i od svibnja do kolovoza 2018. godine provodeno je anketiranje vlasnika šuma (kodovi arhiviranih intervjuja: i-4, i-6, i-9,)¹, zaposlenih u šumarstvu (kodovi i-5, i-10, i-11), zaposlenih u institucijama za zaštitu prirode (kod i-2), rekreativnih trkača (kod i-7), stočara (kod i-9), članova planinarskih društava (kod i-8) i nezavisnih stručnjaka koji svojim radom ili drugim aktivnostima dolaze u dodir s istraživanim područjem (kodovi i-1, i-3). Započinjalo se otvorenim pitanjem o Ritu, koje se specificiralo kako bi se dobila slika o korisniku, kao i tome koje ostale aktere će navesti. Drugoj fazi se pristupilo ciljem produbljivanja i detaljnijeg objašnjavanja iskaza, bez utjecaja na tijek ili smjer kretanja odgovora (Bullard, Klemperer, 1984). Radi dobivanja informacija o stavovima pojedinih institucija i grupa (institucija za zaštitu prirode, stočara) autori su nazočili radnim sastancima kao nezavisni promatrači („np-s“), npr. u Pokrajinskom zavodu za zaštitu prirode tijekom mjeseca rujna 2017. godine (arhivirano pod np-s1). Osim intervjuja, prikupljana je i analizirana dostupna literatura: osnove i planovi gospodarenja šumama za gospodarske jedinice „Topolik“, „Dunavske ade“, „Šajkaška“, „Krčedinska ada“, Planovi upravljanja 2012-2021 te Programi upravljanja za 2014., 2015., 2016., 2017. i 2018. godinu. Pregledan

je i analiziran arhivski materijal Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode (aktualni akt o proglašenju zaštićenog područja, ranija dokumentacija o prethodnim oblicima zaštite i upravljanja, prijedlozi i primjedbe brojnih zainteresiranih strana, zapisnici sa sastanaka, upute i mišljenja stručnih službi). Obrađeni su i članci iz dnevнog tiska, kao potpora (ili ne) iskazanim stavovima zainteresiranih strana. Treća sekvenca je potom obuhvatila kritičku analizu prikupljenog materijala i procjenu intenziteta interesa, koja je unijeta u analitičku shemu. Shema (vidi Sliku 2) sublimira analitičke kategorije iz ovog poglavlja, gdje su horizontalno predstavljeni korisnici šuma, vertikalno njihovi prepostavljeni interesi, a na presjecima (ilustriranim ovalnim oblicima) unosi se procjena intenziteta interesa za sve grupe korisnika posebno. Nakon toga pristupa razmatraju se i markiraju interesna polja – IP (objedinjuju interese istog tipa, npr. ekonomski interes vezane za proizvodnju drva) poslije čega se sagledavaju i na grafikonu markiraju potencijalne zone sukoba (ZS).

REZULTATI

RESULTS

Rezultati su klasificirani prema korisnicima šuma (3.1), njihovim interesima (3.2) kao i interesnim poljima i zonama sukoba (3.3).

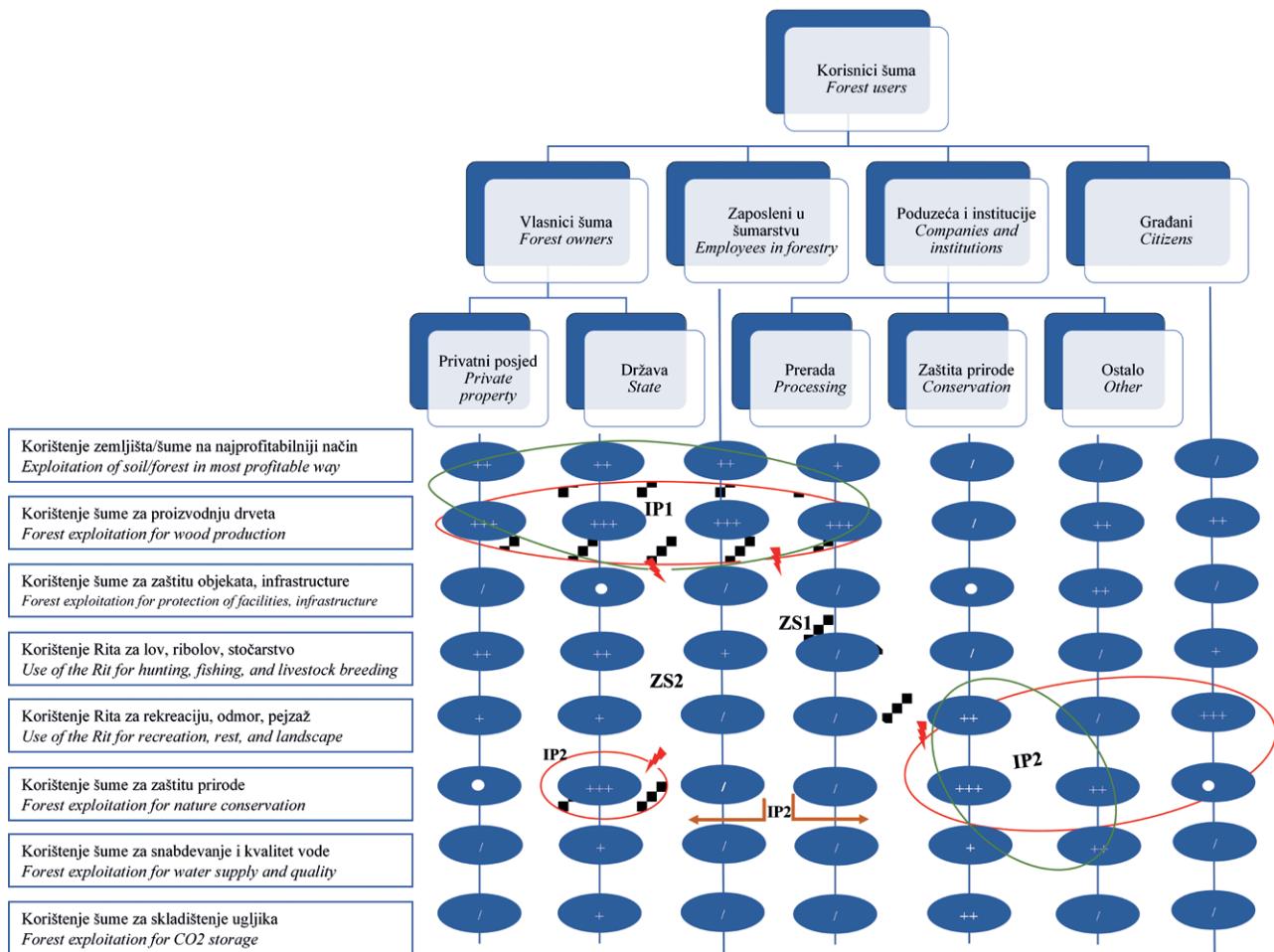
3.1. Korisnici šuma – 3.1. *Forest users*

Vlasnici šuma - država Srbija, Srpska Pravoslavna Crkva – patrijarhija u Sremskim Karlovcima, Srpski manastir Svetih Arhangela u Kovilju i stanovnici okolnih sela. Oni su analitički podijeljeni u državno i privatno vlasništvo (Slika 2). Šume koje su u državnom vlasništvu (4.062 ha) dane su 2002. godine na gospodarenje poduzeću Vojvodinašume (VŠ), koje je te godine i osnovano od strane Pokrajine. Nakon što je 2011. godine Rit proglašen specijalnim rezervatom prirode, upravljanje na svih 5.895 ha dano je Vojvodinašumama (Sl. Glasnik 44/11), bez obzira na vlasništvo. U kategoriju privatnog vlasništva svrstani su crkva, manastir i privatni vlasnici zemljišta iz okolnih sela. Manastiri Kovilj, odnosno Manastir Grgeteg trenutno posjeduju 1.100,57 ha (18,67% ukupne površine), dok privatni vlasnici posjeduju 194,58 ha (3,3%). U procesu povrata je 701,49 ha (11,9%) (Panjković et al., 2010).

Zaposleni u šumarstvu - zaposleni u Vojvodinašumama, inženjeri šumarstva zaposleni na gospodarstvu Srpskog manastira Svetih Arhangela u Kovilju i šumari inženjeri zaposleni u JP Nacionalni park Fruška gora. Oni obavljajući

¹ Kodovi provedenih intervjuja = „i“ stoji za intervju, a broj pored označava pod kojim se rednim brojem vodi taj intervju u arhivi. Popis intervjuja nije dostavljen radi zaštite anonimnosti ispitanika.

² „np-s“ = nezavisni promatrač na sastanku: odnosi se na zapažanje autora prilikom obilaska terena i način arhiviranja.



Slika 2. Shematska sinteza: korisnici šuma, interesi, interesna polja i zone sukoba interesa na primjeru Specijalnog rezervata prirode „Koviljsko-Petrovaradinski rit“

Figure 2. Schematic synthesis: forest users, interests, fields of interest and zones of conflicting interest, presented on the example of the Nature Reserve "Koviljsko-Petrovaradin rit"

Legenda: horizontalno korisnici šuma, vertikalno interesi, na presjecima (ovalni oblici) procjena intenziteta interesa korisnika: vrlo jak (+++) , jak (+++), umjeren (+), postojeći (•), nepostojeći (/); ZS – zona sukoba interesa; IP – interesno polje.

svoje svakodnevne obveze dolaze u neposredni kontakt sa šumama, imaju uvid u stvarno stanje na terenu, a zadatak im je da izvršavaju planske propise, na čijim izradama pojedini sudjeluju.

Poduzeća i institucije: (i) drvna industrija: u užem smislu nekoliko manjih poduzeća koje vrše ili otkup ili preradu drva (pilane), a u širem i ostali prerađivači iz Vojvodine i središnje Srbije koji na tržištu sirovina dolaze iz Ritskih šuma posluju kao kupci; (ii) Pokrajinski zavod za zaštitu prirode (PZZP), Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo PSPVŠ, tj. dio koji se bavi zaštitom; (iii) organizacije koje se bave izradom planske dokumentacije i stručne poslove u šumama privatnih vlasnika šuma - JP Fruška gora, JP Vode Vojvodine, Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo - PSPVŠ, tj. dio za šumarstvo.

Građani - stanovnici političkih općina Novi Sad, Sremski Karlovci, Indija i Titel, koji Rit koriste za odmor i razonodu,

sakupljanje šumskog otpada i ribolov (kada padne razina vode u rukavcima rijeke, nakon brzog povlačenja vode iz njih, ostaje velik broj riba zatećeno na suhom prostoru koje mještani skupljaju). U ovu skupinu spadaju stočari, članovi rekreativnih atletskih klubova (trkači), predškolska/školska djeca koja organizirano posjećuju Rit.

3.2. Intersi korisnika šuma – 3.2. Interests of forest users

Državno vlasništvo – prema Uredbi o proglašenju (Sl. glasnici 44/11) i u okviru Zakona o šumama (2010, čl. 69-70), Vojvodinašume su korisnik prostora, a imaju i ovlasti i obveze upravljača zaštićenim dobrom. Posebne osnove za Topolik, Dunavske ade, Krčedinsku adu, Šajkašku među posebnim ciljevima na prvo mjesto stavljaju proizvodnju tehničkog drva (POG 2007, 2010, 2012, 2013), koja se dalje definira kroz izbor načina gospodarenja, izbor vrste drveća i omjera smjese ili izbor trajanja ophodnje. Određivanje na-

mjenske cjeline 10 (Proizvodnja tehničkog drva) u trećem stupnju zaštite Specijalnog rezervata i ukazuje da korisnik šume (Vojvodinašume) ima vrlo jak interes (+++) za ostvarivanjem proizvodnih ciljeva tj. korištenjem šume za proizvodnju tehničkog drva. To aktivnosti na terenu potvrđuju npr. osnivanje plantaža euroameričkih topola u trećem stupnju zaštite, izgradnja i održavanje šumskih puteva, itd. Također, Vojvodinašume stvara preko 90% prihoda od prodaje drva na tržištu (Stevanov, Krott, 2013; Tromjesečni izvještaji VŠ 01.01-31.12.2018). Kako je korištenje tehničkog drva u izravnoj vezi s financijskim efektom pretpostavlja se da poduzeće ima vrlo jak interes (+++) za korištenjem (drvai) šume na najprofitabilniji način (Slika 2). U društveno-ekonomskim uvjetima zemalja u tranziciji javna/državna poduzeća u osiguravanju opstanka većinom se oslanjaju na tržište, a ne na državu (Hendley, 1998). To je vjerojatno razlog što se u pojedinim odgovorima ispitanika ovog poduzeća (i-5, i-10, i-11) proizvodnja i plasman drva ističe kao dominantna uloga i uz primarne uloge definirane Zakonom o šumama (Sl. gl. RS br. 30/10, 93/12 i 89/15). Kako i lovstvo kreira tržišni prihod postoji jak interes za održanjem te aktivnosti (++, Slika 2) dok je interes za korištenjem šume za zaštitu objekata i infrastrukture procjenjen kao postojeći (●, Slika 2). Sugovornici se slažu da bi u slučaju ulaganja u Rit ovaj način više dobio na značaju (i-3, i-4, i-5, i-10, i-11).

Dok je način korištenja tehničkog drva vezan ponajprije za površine pod euroameričkom topolom, brojni ispitanici su u svojim odgovorima isticali da su u Ritu podjednako značajni i ciljevi gospodarenja šumama koji se odnose na zaštitu prirode, ponajprije misleći na nadzor i službu čuvara u zaštićenom području (i-1, i-2, i-3, i-5, i-6, i-10, i-11). Poduzeće je prema osnivačkom aktu javno, i time dužno zastupati interes države za opskrbljivanjem stanovništva javnim dobrima (Sl. list AP Vojvodine, br. 4/2013 i 54/2015), o čemu govore i svi operativni ciljevi i mjere u Studiji zaštite (Panjković et al., 2010), desetogodišnjem Planu upravljanja i brojnim godišnjim Programima. S obzirom na ukupno stanje proračuna, većina novca za realizaciju tih ciljeva i mjera izdvaja se iz tržišnog prihoda (interni izvještaji Vojvodinašume). Pretpostavljeni interes za korištenjem Rita sa svrhom zaštite procijenjen je kao vrlo jak (+++, Slika 2) jer bi gubitak nadležnosti i s njima povezanih resursa značio gubitak utjecaja i eventualno smanjivanje koje vodi do gašenja (i-5, i-10, i-11), što ni jednoj organizaciji nije u interesu (Krott, 2005). Prilikom razgovora uočava se prepoznavanje rekreativnih i krajobraznih vrijednosti šuma od strane sugovornika iz javnog poduzeća. Štoviše, oni često teže da i dio svog slobodnog vremena provedu u Ritu i osobno se zalažu za njegovo očuvanje i očuvanje prirodnog bogatstva koje defi-

niraju atributima poput vrlo vrijedno, ugodno i lijepo (i-3, i-5, i-10). Međutim u toj ulozi oni su promatrani kao građani. Zbog usaglašavanja s međunarodnim načelima, kao i prepoznavanja potencijalnog budućeg novog tržišta kod poduzeća iz područja šumarstva skladištenje ugljika sve više dobiva na značaju, što se vidi iz dokumenata Vojvodinašume (arhiva JP VŠ) i razgovora sa sugovornicima (i-5, i-10, i-11). No kako još uvijek nema projekata i financijskih tokova, taj interes procijenjen je kao umjeren (Slika 2).

Privatno vlasništvo – Zakon o šumama (2010), iz državne, prepoznaje i kategoriju „šume sopstvenika“, čiji se ciljevi i interesi ostvaruju u utvrđenom zakonskom okviru (čl. 71-72). Promatrajući financijsko gledište gospodarenja šumama u privatnom vlasništvu, pretpostavljen je vrlo jak interes (+++) za korištenjem šume za proizvodnju drva (Slika 2). Naime, crkva i manastiri teže da svojim šumama gospodare na način koji će im osigurati financijsku dobit (i-5, i-6, i-10, i-11). Srpski Pravoslavni Manastir Svetih Arhangela u Kovilju se uz prodaju drva bavi i prodajom ribolovnih dozvola i na taj način također ostvaruje (manji) dio prihoda (i-4, i-5, i-6, np-s1, np-s2) te je interes za korištenjem šume u svrhu rekreativne okarakteriziran umjerenim intenzitetom (+, Slika 2). Zaštitne funkcije nisu prioritetne (i-5, i-6, i-10, i-11; np-s1; np-s2) te je interes vezan za njih okarakteriziran kao postojeći (●, Slika 2) s obzirom na karakter prirodnog dobra. Vlasnici privatnih posjeda u najvećem broju obuhvaćaju stočare na lokalitetu Krčedinska ada. Oni prostor Rita koriste za ispašu stoke (++, Slika 2) koja u njihovom slučaju predstavlja ekonomski oblik korištenja i doprinosi primarnim aktivnostima, što također ide u prilog definiranom jakom interesu za korištenjem šume na najprofitabilniji način (++, Slika 2), npr. Dan stočara¹, rts.tv². Isti vlasnici privatnih posjeda praktično zanemaruju ostale načine korištenja i zaštite šuma i prostora Rita (i-2, i-5, i-9, i-10; np-s1). Prodaje šuma su rijetke i ne smatraju se najprofitabilnijim načinom korištenja (i-2, i-4, i-9; arhiva PZZP i JP VŠ), kao ni čista sječa koja je zakonom zabranjena (Zakon o šumama, 2010).

Zaposleni u šumarstvu - predstavnici zaposlenih u poduzećima koja gospodare šumama Rita bez izuzetka ističu prioritetno značenje korištenja šuma za proizvodnju drvne mase (intervjui i-1, i-3, i-4, i-5, i-6), koja se kao takva spominjala i na sastancima kojima su autori nazočili kao nezavisni promatrači (np-s1; i-2; Arhivska dokumentacija PZZP). Zarade zaposlenih u šumarstvu (ponajprije zaposlenih u JP) se isplaćuju iz tržišnih prihoda i dobiti koje poduzeće ostvaruje, a čega su sami zaposleni svjesni te ističu važnost korištenja šume za proizvodnju drva (i-2, 3, 4; np-s1). Usred nedostatka mehanizma naplate usluga, odgovori

¹ <http://www.pzzp.rs/rs/sr/aktuelnosti/item/429-dan-stocara-na-krcedinskoj-adi.html> - pristup ožujak 2019.

² http://www.rtv.rs/sr_lat/vojvodina/krcedinska-ada-oaza-stocarstva_349712.html - pristup ožujak 2019.

zaposlenih svjedoče da je interes za korištenjem šume za ostale usluge (npr. rekreaciju, odmor) minimalan, osim lova koji ipak donosi (manji) prihod (Slika 2). Izuzetak čine predstavnici manastira, u čijim odgovorima prevladava potreba za korištenjem prostora za rekreativne svrhe, u ponajprije za sportski ribolov na površini kojom raspolaže manastir, kao i njihove težnje da na svojim posjedima osnuju sportsko-ugostiteljske objekte (i-6, i-7, i-10; np-s2; arhiva JP VŠ). S obzirom da je to dio budućih planova, ono kao takvo nije ušlo u aktualnu procjenu.

Poduzeća i institucije: (i) Prerada drva - na području općina na kojima se Rit prostire nalazi se nekoliko pilana koje zajedno s ostalim prerađivačima iz Vojvodine i središnje Srbije sudjeluju na domaćem tržištu drvne sirovine kao kupci. S obzirom da je funkcioniranje (domaćih, kao i inozemnih) kupaca u izravnoj vezi s adekvatnom opskrbom drvnom sirovinom, njihov interes se jasno odražava u korištenju šume za proizvodnju tehničkog drva (+++, Slika 2). Kako je to u slučaju Srbije izravno u vezi s kreiranjem dobiti iz koje se poduzeća za gospodarenje šumama financiraju, onda je i prerađivačima u interesu da se šume koriste na najprofitaljniji način (+, Slika 2), odnosno da se sječe ono što tržište potražuje; (ii) Zaštita prirode - osnovna svrha postojanja PZZP, Pokrajinskog sekretarijata za urbanizam i zaštitu životne sredine i PSPVŠ (dio zaštite) je ostvarivanje ciljeva vezanih za zaštitu prirode. Stavovi ispitanika su u skladu s ciljevima i mjerama iz Uredbi i studija zaštite (Uredbe o zaštiti SRP „Koviljsko-Petrovaradinski Rit“ 1998., Uredbe iz 2006. i 2008., kao Studije zaštite iz 2010.), a naglašava se važnost rijetkih i očuvanih tipova staništa za očuvanje bioraznolikosti, posebno šumske zajednice *Querco-Fagetea* i razred *Salicetea purpureae* (i-1, i-2, i-3, i-4). (Su)Financiranje mjera zaštite, na primjer visokih troškova izmuljivanja kanala u Ritu od strane Pokrajinskih institucija s ciljem očuvanja vlažnih staništa, govori u prilog značaju zaštitnih funkcija (arhiva JP VŠ; i-2, i-10, i-11) kao i česta suradnja s ekološkim nevladinim organizacijama (i-2, i-5, i-10, i-11). Stoga je interes pretpostavljen kao vrlo jak (+++, Slika 2). Kako zaštita prirode u slučaju Rita podrazumijeva i očuvanje prirodnih staništa divljih vrsta u izmijenjenom agrokulturnom i urbanom okruženju (Panjković et al., 2010), a u konkretnom slučaju gdje je prostor dominantno pokriven šumama (68,62%) koje po biološkim karakteristikama obavljaju i funkciju skladištenja ugljika, interes za korištenjem šume za skladištenje ugljika okarakteriziran je kao jak (Slika 2). Naime, uslijed visokog učešća tehničkog drva u drvnim proizvodima (30% u panjačama bijele vrbe, 70% u kulturama bijele vrbe i 75% u kulturama topola) značajni dio ugljika iz godišnjeg prirasta drvne mase suostaje trajno ve-

zan (Stojnić et al., 2010). Krajobrazne vrijednosti se ističu u člancima iz dnevnog tiska (npr. Blic.rs¹ i Vojvodina.com²), a PZZP se zalaže da s upraviteljem sudjeluje u međunarodnim projektima kojima se financiraju neke od planiranih aktivnosti (npr. posjetiteljski centri) (i-2, i-5, i-10, i-11). Interes za korištenjem šume za zaštitu objekata i infrastrukture je na osnovi dokumenata (arhiva PZZP) i razgovora s ispitanicima (i-2, i-4, i-11) pretpostavljen kao postojeći (Slika 2), uzimajući u obzir minimum objekata i javne infrastrukture na prostoru Rita (npr. asfaltni put na nasipu), ali ne isključujući mogućnost da bi se pod boljim finansijskim uvjetima to promijenilo (i-2, i-10). Na jednom od sastanaka (np-s-3) predstavnici općinske uprave Sremski Karlovci iskazali interes za razvoj turizma na prostoru Rita (korištenje šume za rekreaciju, odmor i krajobraz) ali konkretne aktivnosti razvoja u ovome smeru nisu dokumentirane; (iii) Ostali - JP Fruška gora i JP Vode Vojvodine u planovima koje izraduju za dio privatnih šuma nastoje zadovoljiti kako interes šumovlasnika vezan uz korištenje drva, tako i zakonsku obvezu vezanu za pružanje javnih dobara, prvenstveno zaštite prirode, infrastrukture (zaštite od poplava) te vodnih karakteristika. Iako se radi o maloj površini, a proračunska sredstva za realizaciju planovima propisanih ciljeva i mjera na privatnom posjedu su rijetka (i-4, i-10) (kompenzacija za nekorištenje ili pak za realizaciju konkretnih mjera na terenu), interes je pretpostavljen kao jak (++, Slika 2) jer ni ovim poduzećima nije u interesu da izgube postojeće nadležnosti (i-4, i-10). U ovu grupu spada još i PSPVŠ tj. njegov dio za šumarstvo, koji je fokusiran na gospodarenje šumama i cilj trajnosti prinosa (Zakon o šumama, 2010) što ukupni procijenjeni interes za korištenjem drva u podkategoriji „Ostali“ čini jakim (++, Slika 2).

Građani - pored Rita nalazi se selo Kovilj čiji mještani koriste šume za rekreaciju, odmor i krajolik, te rekreativni ribolov (i-2, i-3, i-5, i-10; np³). Ribolov je jednim dijelom u okviru razonode, a drugim zbog uporabne vrijednosti namirnice, što u ekonomski otežanim uvjetima (u državi) često utječe i na zadovoljavanje egzistencijalnih potreba. Također, mještani prostor povremeno koriste i u druge razonodne svrhe (izleti, proslava prvog svibnja) te je pretpostavljen vrlo jak intenzitet interesa za rekreaciju i odmor (+++, Slika 2). Korištenje Ritskih šuma za proizvodnju drva povezano je s jakim interesom (++, Slika 2) ponajprije jer mještani u velikoj mjeri koriste drvo za ogrijev (i-3, i-5, i-10, i-11; interni izvještaj JP VŠ o prodaji drvnih sortimenata). Kada se spomene zaštita prirode, mještani iskazuju jednu vrstu ponosa, što je identificirano i u istraživanju Grujičić et al. (2008), svjesno ističući važnost prirodnog dobra koje se nalazi u neposrednoj blizini njihovih domova. Ali zbog

¹ <https://www.blic.rs/vesti/vojvodina/amazon-na-obali-dunava-prizori-kao-iz-prasuma-na-svega-sat-vremena-od-beograda/6p9v1v0> - pristup travanj 2019.

² <https://vojvodina.com/turizam/priroda/specijalni-prirodni-rezervati/specijalni-rezervat-prirode-koviljsko-petrovaradinski-rit/>

³ Zapažanja autora prikupljena prilikom obilaska terena – nezavisni promatrač (van sastanaka kodiranih „np-s“).

nedostatka trenutne, stvarne osobne koristi od toga (interni izvještaji, planska dokumentacija, i-2, i-3, i-7, i-8, i-10, i-11) interes za korištenjem šume za zaštitu prirode od strane građana ocijenjen je kao postojeći (•, Slika 2). Stočari čitavu površinu lokaliteta „Krčedinska ada“ (koja se prostire na istočnom dijelu Rita sa svih strana omeđena rukavcima rijeke Dunav) smatraju svojim vlasništvom (i-2, i-9, i-10; nps1), bez obzira na stvarne granice posjeda (koje su zapravo manje enklave u unutrašnjosti ade) i iz tih razloga neograničeno puštaju stoku (+, Slika 2). Korisnici koji prostor korište u rekreativne svrhe (npr. rekreativni trkači) posjećuju Rit organizirano od strane svojih klubova u većim ili manjim grupama i pri tome borave u njemu najčešće u trajanju od jednog dana (i-2, i-3, i-7, i-8, Izvještaji ARK „Fruška gora“), najčešće koristeći nasipe i šumske staze (interni izvještaji Atletsko-rekreativnog kluba „Fruška gora“ i Planičarskog saveza Vojvodine; i-7, i-8, i-10).

3.3. Interesna polja, zone sukoba – 3.3. Interest fields, conflicting zones

Na temelju prethodne analize (3.2) i grafičke sinteze (Slika 2), izdvojila su se dva interesna polja (IP), koja objedinjuju ponajprije grupe korisnika kod kojih je procijenjen vrlo jak interes (+++), a dijelom se mogu „naslanjati“ tj. uključivati i jak interes (++):

IP1: vezano je za iskorištanje šuma i obuhvaća vrlo jak interes (++) posebno za proizvodnju drva, koji dijele vlasnici šuma (Vojvodinašume, crkva) i zaposleni u šumarstvu (Slika 2), a djelomično obuhvaća i jak interes (++) građana i Ostalih (prvenstveno Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo) (Slika 2 – isprekidana linija). IP1 također djelomično obuhvaća i jak interes za korištenjem šume na najprofitabilniji način (++, privatno, državno vlasništvo, zaposleni) (Slika 2, isprekidana linija) s obzirom da su proizvodnja drva i njen pozitivan financijski učinak u danim društveno-političkim i ekonomskim okvirima usko povezani. Poduzeća i institucije iz područja prerade drva su isto dio ovoga polja (Slika 2) jer je i njima u interesu da se šume koriste u svrhu proizvodnje drvnih sortimenata, iako se na tržištu nalaze na suprotnoj strani od ponuditelja.

IP2: ono isključuje korištenje (tehničkog) drva, ali objedinjuje vrlo jake (++) interese institucija iz područja zaštite prirode i Vojvodinašume (država) te jake interese (++) Ostalih za korištenjem šume u svrhe zaštite prirode – biljnog i životinjskog svijeta (Nacionalni park, Pokrajinski sekretarijat). Tu spadaju i vrlo jaki (++) interesi građana, a u širem smislu i jaki interesi (++) Ostalih institucija (Nacionalni park, Vode Vojvodine, Pokrajinski sekretarijat) za korištenjem šume za rekreaciju, odmor i krajolik (Slika 2, isprekidano). IP2 također djelomično može uključivati i jak interes (++) Voda Vojvodine za očuvanjem vodnih karakteristika prostora (Slika 2, isprekidana linija).

Budući da svi korisnici prostora svoje interese ostvaruju na istom prostoru tj. šumama Rita, interesna polja se mogu naći u sukobu, što je na Slici 2 predstavljeno Zonama Sukoba (ZS): (i) Između prva dva interesna polja (IP1 i IP2) pretpostavljen je sukob u okviru Zone Sukoba **ZS₁** (Slika 2). Naime, prvo interesno polje (IP1) ponajprije se temelji na korištenju prirodnih bogatstava tj. šume se koriste za dobivanje drvne mase, dok se drugo interesno polje (IP2) zasniva na očuvanju tih istih prirodnih bogatstava kroz zaštitu ekosustava i korištenje prostora za odmor i rekreaciju (s minimalnim utjecajem na ekosustave). U praksi djelovanje korisnika šuma unutar prvog interesnog polja (IP1) često stavlja korisnike šuma unutar drugog interesnog polja u inferioran položaj, i suprotno. Na primjer, sječa šuma može znatno narušavati rekreativno-turističke aktivnosti i krajobraz, a s druge strane zabrana sječe limitira ostvarivanje finansijske dobiti iz koje se realiziraju mjere poput postavljanja i održavanja infrastrukture potrebne za turizam, rekreaciju i krajolik (npr. edukativna staza ili toranj za uživanje u krajoliku i promatranje životinjskog svijeta); (ii) Između prvog (IP1) i drugog interesnog polja (IP2) također je pretpostavljen sukob u okviru Zone Sukoba **ZS₂** (Slika 2) s tom razlikom da je ovdje u pitanju država/pokrajina koja je u internom sukobu interesa. U pitanju je zaštićeni prostor od kojega se s jedne strane očekuje ispunjenje programskih ciljeva za očuvanjem prirode, biljnog i životinjskog svijeta, kao i jedinstvenih stanišnih prilika te da se istovremeno ispuniji cilj opskrbe stanovništva drvom (i na taj način prihodima na tržištu financira realizaciju svih ciljeva i mjera gospodarenja).

RASPRAVA DISCUSSION

Na shematskom prikazu (Slika 2) izdvojila su se dva interesna polja IP1 i IP2, koja se formiraju s jedne strane korištenjem šumske resursa, a s druge strane realizacijom zaštite prirode, odmora i rekreacije na prostoru istraživanja. Spomenuta polja vezana su za grupe korisnika iz kategorija šumarstva i drvne industrije (korištenje) kao i kategorija u koje spadaju institucije zaštite prirode i građani. Prema Tablici 1 (2.2) sukobi interesa spomenutih kategorija korisnika mogu se pojedinačno klasificirati kao sukob (kratkoročnih) ekonomskih interesa s (dugoročnim) ekološkim (kategorija •, Tablica 1) i sukob ekonomskih s društvenim interesima (kategorija •, Tablica 1). Dok je ekonomski interes vezan za proizvodnju najkvalitetnije drvne mase i profitabilno korištenje šuma (Alexandrov, Iliev, 2019), ekološki nastoji očuvati prirodu i autentičnost prostora za sadašnje i buduće generacije, dok je društveni orientiran na korištenje prostora za odmor i rekreaciju, kao i u drugim sličnim rezervatima (Zorić et al., 2019). Promatrajući literaturne izvore može se vidjeti da su i drugi autori dolazili do sličnih rezultata. Tako u Irskoj istraživači Bonsu et al. (2019) u studiji slučaja u kojoj je jedan dio površine također pod državnim

profitno orijentiranim poduzećem za šumarstvo, a drugi u privatnom vlasništvu, i gdje se šume nalaze u kombinaciji s vodenim površinama koje sadrže kako najkvalitetniju ribolovnu ribu tako i dosta zaštićenih vrsta, navodi između ostalog vrlo jak sukob između (ekonomskog) interesa za korištenjem drva i (ekološkog) interesa za zaštitu vrsta – poput školjke (*Margaritifera margaritifera*) kao i sukob ekonomskog (drvo) i društvenog interesa za rekreativni ribolov. Na prostorima bivše Jugoslavije Grujičić i suradnici (2008) istražujući spomenik prirode Lazarev kanjon, koji je također državnog i privatnog vlasništva, ima šume u kombinaciji s drugim oblicima – livadama, pašnjacima i stjenovitim terenom, a poslovi upravljanja i gospodarenja povjereni su javnom poduzeću za gospodarenje šumama, navode raskorak između neformalnog ekonomskog i formalnog interesa javnog poduzeća uvjetovanog zahtjevima konzervacijske politike. Po bioekološkim i socio-kulturnim karakteristima proučavanog primjernog područja i sam prostor Rita pruža mogućnost za ostvarivanje više funkcija šuma i staništa. Toga su svjesne i proučavane interesne grupe te se prilikom planiranja i izrade različitih planskih i programskih dokumenata vezanih za Rit, ali i šire (npr. prostorni planovi), prepoznaće potreba usaglašavanja višenamjenskih ciljeva i mjera. To ponajprije proizlazi iz do sada održavanih sastanaka, javnih rasprava i prijedloga dokumenata (arhiva PZZP, interni izvještaji upravitelja), ali i razgovora s korisnicima (i-2, i-3, i-4, i-5, i-10, i-11; np-s1). U Ritu je dakle snažno prisutan sukob ekonomskih, eko-loških i društvenih interesa (kategorija •, Tablica 1, poglavljje 1.2.), najčešće u okviru planiranja prioritetnih ciljeva. Jedna od strategija za upravljanje višestrukog uporabom unutar i oko zaštićenih područja je zoniranje, pristup u kojem se povlače prostorne granice kako bi se razlikovala područja s različitim stupnjevima dopuštenih utjecaja čovjeka (Hull et al., 2011). Tako je u svrhu harmonizacije napravljena podjela Rita na stupnjeve zaštite već u Uredbi o proglašenju (vidi 2.1), što se dalje na terenu realizira kroz planove upravljanja zaštićenim prostorom i gospodarenje šumama (aspekt prostornih i drugih planova nije promatranc). Budući da je ostvarivanje interesa izravno povezano sa snagom aktera da ih provode (Krott, 2005) postojeća podjela ukazuje na trenutni odnos u snagama ostvarivanju interesa kroz zoniranje: na najvećem dijelu površine moguće je gospodariti šumama s ostvarivanjem značajnog profita, dok se na jednoj trećini primjenjuju mjere aktivne zaštite, npr. obnova šuma na prostornim cjelinama manjim od 5 ha ili selektivno i ograničeno korištenje prirodnih bogatstava i kontrolirane intervencije i aktivnosti ukoliko su uskladene s funkcijama zaštićenog područja ili vezane za nasleđene tradicionalne oblike privrednih aktivnosti (Sl. glasnik 44/11, Član 7). Zabranu svih mjera (klasičnog) gospodarenja šumama postoji na svega 6% površine (2.1).

Uz prostornu podjelu identificiran je sukob između zaštite i šumarstva, kao i između stočara i šumarstva, a što može

imati različite, često kombinirane uzroke i gdje Rit nije jedinstven slučaj. Sukob šumarstva i zaštite prirode je identificiran kao drugi najvažniji sukob na teritoriju BiH (Marić et al., 2012), dok se u slučaju nacionalnih parkova i parkova prirode u regiji (Albanija, BiH, Hrvatska, S. Makedonija, Srbija) pokazao kao primarni (Vuletić et al., 2010). Rezultati oba istraživanja pokazuju da je prisutan i (manji) sukob oko ispaše (šumarstvo-stočarstvo). U osnovi spomenutih sukoba nalazi se uglavnom sam prostor tj. njegove karakteristike koje u kombinaciji s ostalim čimbenicima, npr. preklapanjem zakonodavstva, borbom za kompetencije, razlikama u sustavu vrijednosti sektora šumarstva i zaštite prirode (Vuletić et al., 2010) nedovoljnom komunikacijom/kooperacijom između institucija/aktera (Grujičić et al., 2008) i drugim aspektima često vrlo specifičnim za promatrani slučaj dove do sukoba interesa različitih razmjera i intenziteta. Oni se mogu manifestirati na različite načine (od tihog konflikta daleko od očiju javnosti, preko diskusija i sukoba na javnim raspravama do intenzivnog lobiranja) i mogu imati različite uzroke (Vuletić et al., 2010). Manifestacije i uzroci su izvan postavka trenutnog rada, ali predstavljaju vrlo značajan oblik u dalnjem empirijsko-analitičkom istraživanju Rita. Do sada je na temu Rita rađena Studija zaštite (Panjković et al., 2010) koja između ostalog sadrži kvalitativnu, deskriptivno-empirijsku analizu zainteresiranih strana i definira približno iste korisnike (u studiji: zainteresirane strane) koji su navedeni i u ovome radu.

Iako se interes ne može izravno mjeriti, potreba za kvantificiranim procjenom intenziteta interesa prepoznata je kako u znanosti šumarske politike generalno (Krott, 2005), tako i kod nas, npr. u radu Vuletić i suradnika (2009a) gdje se proučavaju sukobi u dva zaštićena područja u Republici Hrvatskoj. U navedenom se radu kao mjerilo za procjenu jačine sukoba intesa koristi frekvencija tvrdnji u iskazima ispitanika temeljenim na anketnom istraživanju, što rezultira tablično-dijagramskim prikazima i tekstualnom tumačenju dobivene statistike. S druge strane u ovome radu o Ritu se triangulacijom križaju postojeći izvori informacija i nakon kvalitativne analize se kritički (temeljeno između ostalog na logičnom zaključivanju) radi procjena intenziteta interesa identificiranih korisnika na (grubo) skali od vrlo jakog (+++) do nepostojećeg (/). Primjer Rita je pokazao da se nakon unošenja tako procijenjenog intenziteta interesa korisnika u shematski prikaz interesna polja daju jasno uočiti, a sagledavanjem tih interesnih polja izdvajaju se (vizualno) i zone sukoba. Na taj način moguće je dobivene rezultate koristiti i za efektivnu, aktivnu diskusiju rezultata s akterima iz prakse, a za čime postoji sve veća potreba (Boecker, Krott, 2016), a što je testirano i potvrđeno na međunarodnoj radionicici održanoj u Novom Sadu (16. i 17.04.2019)¹.

Uz to što je fokus diskusije na sukobima između interesnih polja (IP) treba navesti i to da je on moguć i u okviru svakog od njih. Tako se na primjer u okviru interesnog polja

IP1 s jedne strane nalaze korisnici koji unutar vrlo jakog interesa vezanog uz „korištenje šuma za proizvodnju drva“ nalaze kao ponuditelji (privatni šumovlasnici, javno poduzeće ispred države, kao i zaposleni koji rade na poslovima korištenja) dok taj isti interes dijeli i drvna industrija kao korisnik koji sirovinu potražuje. Svakako da ponuditelj želi postići što višu a kupac što nižu cijenu, i u tom kontekstu oni stoje kao suprotstavljene strane. Iako je ovaj sukob ekonomskih interesa (kategorija •, Tablica 1) u nekim državama identificiran i kao najvažniji (npr. BiH, Marić et al., 2012), on se uglavnom rješava na tržištu (Krott, 2005). Drugi primjer je vezan za interesno polje IP2, gdje bi do sukoba moglo doći kada bi korištenje prostora od strane građana imalo negativan utjecaj na ekosustave zaštićenog dobra, npr. negativan utjecaj posjetitelja na vlažne livade uništavanjem zaštićenih staništa (kategorija •, Tablica 1), što u konkretnom primjeru Rita međutim nije slučaj.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Na primjeru Koviljsko-Petrovaradinskog Rita pokazano je da je znanost šumarske politike u mogućnosti definirati korisnike te da predloženim empirijsko-analitičkim pristupom sveobuhvatno sagleda njihove interese i grafičkom sintezom prikaže potencijalne zone sukoba:

- unosom procjenjenog intenziteta interesa korisnika na primjeru Rita (Slika 2) jasno su se izdvojila dva interesna polja IP1 (vezano za način korištenja šuma za pridobivanje drvne mase) i IP2 (vezano za oblik zaštite tj. očuvanja), što je dalje ukazalo na potencijalne zone sukoba između njih. To odgovara rezultatima sličnih studija slučaja vođenim u Europi i kod nas. Posebna snaga primijenjene analitičke metode i njene grafičke sinteze je što je moguće uočiti unutarnji sukob interesa, što je slučaj s državom, tj. Vojvodina-sume imaju vrlo snažan interes za proizvodnju drva s jedne strane i zaštitu prirode s druge strane (ZS_2 , Slika 2). Prednost je u tome što država može internu potražiti rješenje kako bi uravnotežila opći društveni interes. Slika 2 također pokazuje i nedostatak, da će rezultat unutarnjeg rješenja upravljača biti u sukobu s drugim korisnicima, poput drvne industrije (ako se poveća opseg zaštite) ili aktera zaštite prirode (ako se pojačava sječa drva). Rješenje je moguće samo ako je država dovoljno jaka da upotrebom odgovarajućih instrumenata uspostavi primjerenu ravnotežu društvenih i ekonomskih interesa, što ne dovodi uvijek nužno i do sklada.

- dok pojedinačni diskursi uzimaju u obzir samo određene načine (Takala et al., 2017) shematska sinteza rezultata omogućila je pregled kompletne palete korisnika i njihovih

interesa vezanih za Rit. Ona može poslužiti korisnicima da razmotre (i) koji koncept gospodarenja bi podržala koja grupa aktera, pa da s obzirom na to čine koalicije; (ii) kako koncipirati koji instrument da bi zbog predočenih sukoba interesa imao bolju šansu za implementaciju u praksi; ili (iii) koji odnos prioriteta u ciljevima gospodarenja bi bio tehnički izvediv, uzimajući u obzir konkretne interesne zone i sukobe. Ako uzmemo primjer koncepta zaštitnih zona koji Rit dijele na tri razine zaštite, onda se u kombinaciji s rezultatima sa Slike 2 može zaključiti da je politički gledano visina tih razina (strog područje zaštite 6% površine, aktivna zaštita 29%, korištenje drva za ostvarivanje ekonomske dobiti 65%) zapravo predstavljaju trenutni kompromisni paket u kontekstu postojećih interesa. Država je u stanju podržati takav kompromis korištenjem javnih sredstava ili na neki drugi način.

Istraživanje koje sveobuhvatno i što realnije prikaze korisnike, interese i sukobe interesa, ima veći potencijal da bi akterima pružila informacije koje mogu selektirati za razvoj vlastitih strategija implementacije (Boecker, Krott, 2016) koje u praksi funkcioniraju, što nije uvijek slučaj (Krott, 2005). Adekvatna primjena tih strategija može, štoviše, doprinijeti profesionalizaciji šumarske politike u praksi, što je strateški važno (Krott, 2005) ne samo zbog toga što je šumarstvo tradicionalno zatvoreno za upliv novih aspekata i pogleda na stvari (Kubeczko et al., 2006), već se nalazi i u situaciji u kojoj se brojni drugi sektori bore za upravljanje nad prirodnim resursima (Matić, Anić, 2015). Profesionalan pristup političkim procesima šumarstvu povećava šanse za uspjeh (Krott, 2005), a sagledavanje sukoba interesa kroz empirijsko-analitički pristup daje znanstveno utemeljenu polaznu osnovu u šumarsko-političkom diskursu. S obzirom da je ovo inicijalno istraživanje, iz njega proizilaze dalji aspekti, na primjer pitanje uzroka pretpostavljenih sukoba, ali i uključivanje primjera zemalja regiona, čije je ispitivanje u tijeku.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na finansijskoj podršci. Authors would like to thank the Serbian Ministry of Education, Science and Technological development for the financial support.

Ovaj rad je podržan i od strane Collegium Talentum 2018 Programa Republike Mađarske. This work was supported also by the Collegium Talentum 2018 Program of Hungary.

¹ <http://www.ilfe.org/sr/u-novom-sadu-odr%C5%BEan-sastanak-u-okviru-projekta-refocus>.

LITERATURA

REFERENCES

- Alexandrov, A.H., Iliev, I., 2019: Forests in South-eastern Europe. *Topola* 203, 79-85.
- Amacher, G. S., Ollikainen, M., Uusivuori, J., 2014: Forests and ecosystem services: Outlines for new policy options, *Forest Policy and Economics*, 47: 1-3.
- Avdibegović, M., 2002: Forest and Environmental Legislation in the Federation of Bosnia and Herzegovina, *Forstwissenschaftliche Beiträge* 26 (Experiences with New Forest and Environmental Laws in Countries with Economies in Transition): 49 – 60.
- Bonsu, NO., Dhubháin AN., O'Connor D., 2019: Understanding forest resource conflicts in Ireland: A case study approach. *Land Use Policy* 80: 287 – 297.
- Bowen, G. A., 2009: Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, 9 (2): 27-40.
- Boecker, M., Krott, M., 2016: Science Makes the World Go Round. Successful Scientific Knowledge Transfer for the Environment. Cham: Springer. ISBN: 9783319340777.
- Brajić, A., Mutabđija, S., Avdibegović, M., Marić, B., Bećirović, Dž., Grašić, T., Nikolić, V., Nevenić, R., Pezdevšek Malovrh, Š., 2011: Forest related legislation in some Western Balkan countries referring to nature protection regulations, Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 41(2): 59-73.
- Browne, M. N., Keeley, S. M., 2001: Asking the right questions: a guide to critical thinking. 6th edition, Prentice-Hall, New York. 221p.
- Cohen, N., Arieli, T., 2011: Field research in conflict environments: Methodological challenges and snowball sampling, *Journal of Peace Research*, 48 (4): 423–435.
- Eckerberg, K., Sandström, C., 2013: Forest conflicts: A growing research field, *Forest Policy and Economics*, 33: 3–7.
- Friedrichs, J. 1990 Methoden empirischer Sozialforschung. 14 Auflage, VS Verlag fuer Sozialwissenschaften, Wiesbaden. 429 p.
- Glueck, P., Hogl, K., Weiss, G., 2001: Forst- und Holzwirtschaftspolitik. Studienunterlagen zur Lehrveranstaltung, BOKU, Wien.
- Grujčić I., Milijić V., Nonić, D., 2008: Conflict management in protected areas: The Lazar Canyon natural monument, Eastern Serbia, *The International Journal of Biodiversity Science and Management*, 4(4): 219-229.
- Hendley, K., 1998: Struggling to survive: A case study of adjustment at a Russian enterprise. *Journal for Europe-Asia Studies*, 50 (1): 91-119.
- Hubo, C., Krott, M., 2013: Conflict camouflaging in public administration – a case study in nature conservation policy in Lower Saxony, *Forest Policy Econ.*, 33: 63-70.
- Hull, V., Xu, W., Liu, W., Zhou, S., Vina, A., Zhang, J., Tuanmu MN., Huang, J., Linderman, M., Chen, X., Huang, Y., Ouyang, Y., Zhang, H., Liu, J., 2011: Evaluating the efficacy of zoning designations for protected area management, *Biological conservation*, 144(12): 3028 – 3037.
- Keča Lj., Keča N., Rekola M., 2013: Value Chains of Serbian Non-Wood Forest Products, *International Forestry Review*, 15 (3): 315-335.
- Keča, Lj., Nedeljković, J., 2012: Ecological and economics aspects of the law on forests in the last two decades in Serbia, In: Šulek, Herbst, Schmithüsen (Eds) *Proceedings of the 12th Int. Symp. on Legal Aspects of European Forest Sust. Development*, Cyprus, p. 59-66.
- Kiš, K., 2010: Understanding social conflicts between forestry and nature protection sectors: case study Velebit Mountain, SEEFOR 1(2): 81-90.
- Kleinschmit, D., Boecker, M., Giessen, L., 2016: Advancing analytical approach, *Forest Policy and Economics*, 68: 1-6.
- Krott, M., 2012: Value and risks of the use of analytical theory in science for forest policy. *Forest policy and economics*, 16: 35-42.
- Krott, M., 2005: *Forest policy analysis*. Springer, Dordrecht.
- Kroeger, AM., Raitio, K., 2017: Finnish forest policy in the era of bioeconomy: A pathway to sustainability? *Forest Policy and Economics*, 77: 6-15.
- Kubeczko, K., Rametsteiner, E., Weiss G., 2006: The role of sectoral and regional innovation systems in supporting innovations in forestry. *Forest Policy and Economics*, 8(7):704-715.
- Lukić, N., 2013: Urban Forests and Greening in the Republic of Serbia – Legal and Institutional Aspects. *South-east European forestry*, SEEFOR 4(1): 51-55.
- Marić, B. Avdibegović M., Blagojević D., Bećirović Dž., Brajić A., Mutabđija S., Delić S., Pezdevšek Malovrh, Š., 2012: Conflicts btw. Forestry and Wood-Processing Industry in Bosnia-Herzegovina: Reasons, Actors and Possible Solutions, SEEFOR 3(1): 41-48.
- Martinić, I. Posavec, S. Šporčić, M., 2009: Time of intensive changes in environmental and forest legislation for Croatian forestry, In: Avdibegović, Herbst, Schmithüsen (Eds) *Proceedings of the 10th International Symposium on Legal Aspects of European Forest Sustainable Development* in Sarajevo, p. 59-64.
- Matić, S., Anić, I., 2015: *Hrvatsko šumarstvo u današnjim gospodarskim i ekološkim uvjetima*, U: Matić, Tomić, Anić (ur.) *Zbornik - Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske*, Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, p. 41-61.
- Nevenić, R., Rakonjac LJ, Poduška Z, Gagić R., 2011: Collisions and linkages between forestry and environmental policies in South East Europe (SEE) region, *Scientific research and essay* 6: 5492-5500.
- Nikolić, V., Radosavljević A., Petrović, N., Marić, B., Bećirović, Dž., Pezdevšek Malovrh Š., Avdibegović, M., 2011: Forest Law regulations on private forests in Serbia, the BiH Federation and Macedonia, In: Deltuvas, Herbst, Činga (eds.) *Proceedings of the 13th Int. Symp. on Legal aspects of European Sust.ForestDevelopment*, Kaunas, p.166-176.
- Nonić, D., Ranković, N., Marinković, M., Nedeljković, J., Glavonjić, P., 2012: Legal and political framework of smes in the forestry sector: european union and western balkan countries. In: Šulek, Herbst, Schmithüsen (Eds) *Proceedings of the 12th Int. Symposium on Legal Aspects of European Forest Sustainable Development* in Cyprus, p. 79-94.
- Nonić, M., Nedeljković J., Nonić D., 2019: Strateški i zakonodavni okviri konzervacije šumskih genetičkih resursa u Srbiji, *AGRIS* since, 23(1): 11-26.
- Panjković, B., Stanišić, J., Kovačev, N., Perić, R., Kiš, A., Pil, N., Galamboš, L., Dobretić, V., Stojnić, N., Delić, J., Majkić, B., 2010:

- Studija zaštite: Specijalni rezervat prirode "Koviljsko – petrovaradinski rit" predlog za stavljanje pod zaštitu kao zaštićeno područje I kategorije. Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, 155 p.
- Panjković, B., Šipka, S., Maksimović, D., 2016: Zaštićena područja prirode u AP Vojvodini: Status zaštite i finansiranje u kontekstu evropskih integracija. (Protected areas in the AP Vojvodina: Protection status and funding in the context of European integrations.) Ekološki centar Stanište, Vršac.
 - Pezdevšek Malovrh, Š., Mihelić, M., Krč, J., 2018: Varstvo gozdnih tal z vidika zakonodaje – ali obstajajo omejitve pri rabi sodočnih tehnologij? (Protection of forest soil from the legislation point of view – restrictions for the use of modern technologies). *Acta Silvae et Ligni*, 115: 43-56.
 - POG, 2007, 2008, 2012, 2013: Posebne osnova gazdovanja šumama za gazdinske jedinicu Krčedinska ada (2007-2016), Dunavske ade (2010-2019), Topolik (2012-2021) i Šajkaška (2013-2022), Vojvodinašume.
 - Puzović, S., Panjković, B., Tucakov, M., Stojnić, N., Sabadoš, K., Stojanović, T., Vig., L., Marić, B., Tešić, O., Kiš, A., Galamboš, L., Pil, N., Kicošev, V., Stojšić, V., Timotić, D., Perić, R., Bošnjak, T., Delić, J., Dobretić, V. I Stanišić, J., 2015: Upravljanje prirodnom baštinom u Vojvodini. Pok. Sek. urbanizam, Pok. zavod zašt. prirode. N. Sad.
 - Ranković N., Keča Lj., 2007: Struktura i valorizacija socijalnih funkcija šuma, Šumarstvo 1–2: 93–106.
 - Ranković, N., Stanišić M., Nedeljković J., Nonić D., 2016: Analiza strateških i zakonodavnih okvira u šumarstvu i povezanim sektorima: Ublažavanje negativnih efekata klimatskih promena u Evropskoj Uniji i Srbiji, Gl. Šumarskog fakulteta, 113: 99-132.
 - Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, MJ., Trotsiuk, V., Mairotta, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel TA., Reyer CPO, 2017: Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7: 395–402.
 - Schusser, C., 2013: Who determines biodiversity? An analysis of actors' power and interests in community forestry in Namibia, *Forest Policy and Economics*, 36: 42–51.
 - Schusser, C., Krott, M., Devkota, R., Maryudi, A., Salla, M., Yufanyi Movuh, M. C., 2012: Sequence design of quantitative and qualitative surveys for increasing efficiency in forest policy research, *Allgemeine Forest und Jagdzeitung*, 183: 75-83.
 - Scott, D., Bradley, R., Bellenger, J-P., Houle, D., Gundale, MJ., Rousk, K., DeLuca TH, 2018: Anthropogenic deposition of heavy metals and phosphorus may reduce biological N₂ fixation in boreal forest mosses. *Science of The Total Environment*, 630:203-210.
 - Sl. Glasnik 44/11, 2011: Uredba o proglašenju Specijalnog Rezervata Prirode Koviljsko-Petrovaradinski rit, Službeni Glasnik Republike Srbije 44/2011, Beograd.

- Stevanov, M., Krott, M., 2013: Measuring the success of state forest institutions through the example of Serbia and Croatia. *International Forestry Review*, 15(3): 368-386.
- Stevanov, M., Krajter, S., Orlović, S., Vuletić, D., Marjanović, H., Klašnja, B., 2010: Obnovljivi izvori energije i odrziva gradnja: konceptualni elementi i zakonski okvir u Srbiji i Hrvatskoj, Topola, 185/186: 69-86.
- Stojnić, N., Pil, N., Kicošev, V., Stanišić, J., Plemić, Z., Galamboš, L., Delić, J., Timotić, D., Kiš, A., Predojević, J., Milenić, B., Bošnjak, T., Mudri-Stojnić, S., Trifunov, S., Sabadoš, K., 2015: Ekonomsko vrednovanje ekosistemskih usluga Specijalnog rezervata prirode "Koviljsko – Petrovaradinski rit", PZZP, UNDP, GEF, Novi Sad, 63 p.
- Takala T., Hujala T., Tanskanen M., Tikkainen J., 2017: Forest owners' discourses of forests: Ideological origins of ownership objectives, *Journal of Rural Studies*, 51: 1-14.
- Tarjan Tobolka, A., Stevanov, M., 2016: Gazdovanje šumama u zaštićenim oblastima u Srbiji: pregled programskog okvira, Topola 197/198: 91-102.
- Thom D, Rammer, W., Dirnböck T, Müller, J., Kobler, J., Katzensteiner, K., Helm, N., Seidl R., 2017: The impacts of climate change and disturbance on spatio-temporal trajectories of biodiversity in a temperate forest landscape, *Journal of Applied Ecology*, 54(1): 28-38.
- Todorov V., Stojanovska M., Miovska M., 2011: New Forest legislation and its applicability concerning sustainable forest management practices in R. Macedonia. IN: Deltuvas, Herbst, Činga (eds.) Proceedings of the 13th International symposium on Legal aspects of European Sustainable Forest Development in Kaunas, p. 107-111.
- Vuletić D., Krajter S., Kiš K., Posavec S., Avdibegović M., Blagojević D., Marić B., Paladinić E., 2009a: Conflicts between forestry and nature protection – case studies of two nature parks in Croatia, *Periodicum biologorum*, 111 (4): 467-47.
- Vuletić, D., Ištak, I., Paladinić, E., 2009b: Croatian forestry policy and strategy – Process or static document. In: Avdibegović, Herbst, Schmithüsen (Eds) Proceedings of the 10th International Symposium on Legal Aspects of European Forest Sustainable Development in Sarajevo, p. 65-72.
- Vuletić D., Stojanovska M., Avdibegović M., Nevenić R., Petrović N., Posavec S., Haska H., Peri L., Blagojević D., 2010: Forest-related Conflicts in the South-east European Region: Regional aspects and case studies in Albania, Bosnia-Herzegovina, Croatia, Macedonia and Serbia. In: Tuomasjukka T (ed) *Forest Policy and Economics in Sup-port of Good Governance*, EFI Proceedings 58: 117-129.
- Vuletić D., Avdibegović, M., Stojanovska M., Nevenić R., Haska H., Posavec S., Krajter S., Peri L., Marić B., 2013: Contribution to the understanding of typology and importance of forest related conflicts in SEE, *Periodicum Biologorum*, 115(3): 385-390.
- Zorić, M., Đukić, I., Klajić, Lj., Karaklić, D., Orlović, S., 2019: The possibilities for improvement of ecosystem services in Tara National Park. Topola 203, 53-63.

SUMMARY

This study, based on modified Schusser's sequential method, was conducted from August 2017 to August 2018 with the aim of using accessible and familiar case example from Serbia to verify the claim of forest policy science - that users, their interests and potential conflicts of interest can be comprehensively identified and analysed while applying empirically analytical approach. On the example of special nature reserve Koviljsko-Petrovaradinski Rit the intensity of user's interest is assessed based on qualitative content analysis and critical reasoning in combination with the techniques of triangulation, induction and deduction. By entering the estimated intensity of user interests into the analytical scheme (users categorized as forest owners- state/province and private, forestry employees, enterprises/institutions and citizens), the first conflicting zone was identified between the very strong interests in forest utilization (priority of profitable timber harvesting) and the interest field comprising the very strong and strong user interests for nature conservation. In addition, the state/province (public enterprise Vojvodinašume) is in an internal conflict, having (also) a very strong interest in wood production (creating revenues) on the one hand and in nature conservation on another. In order to balance them (towards the general social interest), the state/province has an advantage of being in the position to look internally for a solution, but the analytical scheme also shows how potential changes could trigger conflicts with other users (wood industry if protection is increased or nature protection actors if logging intensifies). The current solution of protection zones, divided into strict protection 6%, active protection 29% and profitable use of wood 65%, reflects the actual compromise package between the state/province and interests of remaining users, which will last as long as the state/province is in the position to support it with available political means.

Whereas individual discourses take into account only partial aspects, the current approach has provided a comprehensive insight into Rit's actors and interests. Methodological set-up of existing theoretically-based analytical categories has offered conclusions relevant for further research, forming at the same time a strong basis for more active communication of results with practice: users can more clearly perceive each other's positions and evaluate own abilities to act, while searching for the implementation concepts that work in practice.

KEY WORDS: interests, conflicts, protected areas, forest policy, Serbia.

ASSESSMENT OF TRAP COLOR AND TRAP HEIGHT ABOVE THE GROUND ON THE CAPTURE OF *IPS SEXDENTATUS* AND *THANASIMUS FORMICARIUS*

PROCJENA boje i visine FEROMONSKE KLOPKE iznad zemlje za ULOV *Ips sexdentatus* i *Thanasimus formicarius*

Erol AKKUZU¹, Mustafa ŞAHİN², Abdullah UĞIŞ¹, Ebru BAL²

SUMMARY

The six-toothed pine bark beetle *Ips sexdentatus* is one of the most devastating bark beetles of Eurasian pine forests. Pheromone traps are used to monitor and control *Ips sexdentatus* populations. In this study, the effect of trap color and trap height on the capture of *Ips exdentatus* and its predator the ant beetle *Thanasimus formicarius* was investigated. The research was conducted in *Pinus sylvestris* stands within Yayla Forest Enterprise Chief (Kastamonu-Daday) in Turkey. In the study area, 25 Scandinavian type three-funnel traps of 5 different colors (yellow, white, green, black, and red traps with five replications) were used. Traps were placed at the same height, 1.5 m above ground. For the second part of the study, a total of 20 traps (5 per height category) was placed 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, and 2.5 m above ground. Traps were controlled at intervals of 7–10 days and captured *Ips exdentatus* and *Thanasimus formicarius* were counted. The results of the study were as follows: 1) Significant differences in the number of captures by trap color, and 2) No significant differences in the numbers of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* captured between the trap heights.

KEY WORDS: Six-toothed pine bark beetle, ant beetle, trap height, trap color, pine

INTRODUCTION

UVOD

Bark beetles, belong to the subfamily Scolytinae within the family Curculionidae (Coleoptera), are one of the most destructive groups among the xylophagous species on trees (Cebeci and Baydemir 2018). Although most of the bark beetle species are secondary pests, defined as infesting freshly killed trees or killing living trees of subnormal physiological condition (Rudinsky 1962, Stark 1982, Lausch et al. 2013, Lieutier et al. 2016), they cause tremendous amount of mortality and/or growth loss of conifers.

The six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* (Boerner, 1776), is one of the most devastating pests of the most of the European pine forests (Jactel and Gaillard, 1991) feeding predominantly on *Pinus* spp. but during outbreaks may attack even *Picea* spp. (Rener and Maja 2001, Ozcan et al. 2011, Avtzis et al. 2019). Although this species mainly prefers trees that are somehow weakened or otherwise under stress, it can even attack and kill healthy trees at high population levels (Rossi et al. 2009, Pineau et al. 2017).

Various control and monitoring methods have been established to reduce bark beetle's adverse effects on forests.

¹ Prof. Dr. Erol Akkuzu, Corresponding author: eakkuzu@kastamonu.edu.tr; Res. Asst. Abdullah Uğış, augis@kastamonu.edu.tr; Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37150, Kastamonu, Turkey

² MSc Student, Kastamonu University, Institute of Science and Technology, Kastamonu-37150, Turkey

Among them, commercially produced pheromone traps against bark beetles and wood-boring insects have been used in forestry practice for more than 40 years (Galko et al. 2016).

The eyes of scolytids have about 100-240 ommatidia, relatively less than many insects (Chapman 1972, Byers et al. 1989). Although scolytids have low visual acuity (Byers et al. 1989, Byers 1995), many factors such as trap design and shape may influence the number of pests captured (McLean and Borden 1979, Lindgren et al. 1983, Borden et al. 1986).

Thanasimus formicarius (Linnaeus, 1758) (Col. Cleridae), one of the main predators of *Ips sexdentatus* (Martin et al. 2013), are saproxylic predators of Scolytinae (bark beetles), both as adults and as larvae (Thomaes et al. 2017). Although pheromone traps are used for monitoring and mass trapping of bark beetles, there are some negative effects on natural enemies. Many insect predators are attracted to pheromone traps and thus are removed along with target beetles (Stephen and Dahlsten 1976, Gregoire et al. 1992, Seybold 1993, Ross and Daterman 1995, Valkama et al. 1997, Dahlsten et al. 2003).

Trap efficacy of pheromone baited traps for bark beetles is affected by many factors: trap color (Paraschiv et al. 2012), trap types (Galko et al. 2016), pheromone dispensers (Zahradníková and Zahradník 2017), and trap placement (Brar et al. 2012, Dodds 2014).

The aim of this study was to compare the positive effects of trap colors and trap heights on the capture of *Ips sexdentatus* and their negative effects on *Thanasimus formicarius*.

MATERIAL AND METHODS MATERIJALI I METODE

Study area – *Područje istraživanja*

The study area Forest Enterprise Chief of Kastamonu-Yayla ($41^{\circ}24'52''N$ – $41^{\circ}31'42''E$) is situated in Western Blacksea region of Turkey. The total area of the study area is 9259.3 ha out of which 6693.9 ha covered with forests. Sites are located on the southern inclination and at altitudes ranging from 1200-1270 m asl.

The main tree species of the study area is Scotch pine (*Pinus sylvestris*), covering about 90% of the stem basal area mixed with Pedunculate oak (*Quercus robur*) and Uludağ fir (*Abies bornmuelleriana*).

Experimental Design and Procedure – *Eksperimentalni dizajn i postupak*

The study was conducted from June 9 to August 18, 2017 in Scotch pine dominated stands mixed with pedunculate oak and Uludag fir. SMC IPSEK® lures targeted for *Ips sexdentatus* were used in this study. The active ingredient in

the lures was 100 mg Ipsdienol/Dispenser. The lure was replaced every 4 weeks on each pheromone trap. The pheromone traps were checked at 7-10 day intervals from June to August 2017. The captured insects were collected in the field and brought into the Entomology Laboratory of Kastamonu University Faculty of Forestry for identification, counting, and photographing.

For the first experiment, five different color of traps (black, white, yellow, red and green) were compared to determine the effect of color on the capture of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius*. Scandinavian type three funnel traps were used for the experiment and were hung at a height of 1.5 m above the ground. The distance between traps was about 30 m, and each trap was about 5 m away from the nearest tree. A total of 25 traps were installed and each trap color was represented by five traps (replications) per location.

For the second experiment, four black colour Scandinavian type three funnel traps were hung at heights of 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5 m as one set to compare the effect of trap height on capturing the pest *Ips sexdentatus* and the predator *Thanasimus formicarius*. Five sets of traps (total of 20 traps) were placed along a line in west-east direction in the field. The distance between traps was about 50 m.

Statistical Analysis – *Statistička analiza*

All statistical analyses were performed using SPSS® 22 software. The normality of the distributions was tested using a Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. Trap catch data were subjected to Kruskal-Wallis test at a significance limit of $p<0.05$ followed by multiple comparison test (Post hoc Dunn's test). Pearson's correlation analysis was also used to investigate the correlations between the pest *Ips sexdentatus* and associated predator *Thanasimus formicarius*.

RESULTS AND DISCUSSION REZULTATI I RASPRAVA

Trap color – *Boja klopki*

In the color-response experiment the highest number of *Ips sexdentatus* was captured by black color traps followed by red, green, yellow and the lowest was white color trap. Si-

Table 2. Effect of trap colors on *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* capture (Kruskal-Wallis Test)

Tablica 2. Učinak boja klopki na ulov *Ips sexdentatus* i *Thanasimus formicarius* (Kruskal-Wallisoov Test)

	<i>I. sexdentatus</i>	<i>T. formicarius</i>
Chi-square	15,063	7,832
Hi-kvadrat		
Df	4	4
Asymptotic significance	,005	,098
Asimptotski značaj		

Table 3. Post hoc Dunn's test of *Ips sexdentatus* according to trap colorTablica 3. Post hoc Dunnov test za *Ips sexdentatus* prema boja klopki

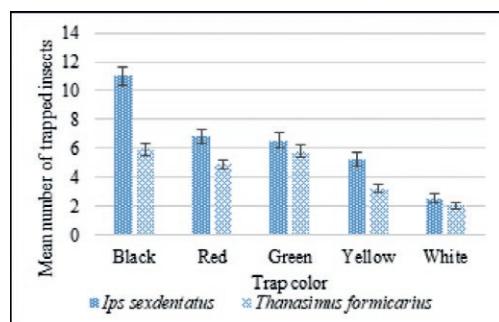
Sample-1 - Sample-2 Uzorak 1- Uzorak 2	Test Statistic Testna statistika	Standard Deviation Standardno odstupanje	Standard Test Statistic Standardna testna statistika	Significance Značajnost	Modified Significance Modificirana značajnost
White - Green Bijelo - Zeleno	16,750	14,106	1,187	0,235	1,000
White - Yellow Bijelo - Žuto	23,940	14,106	1,697	0,090	0,897
White - Red Bijelo - Crveno	-35,080	14,106	-2,487	0,013	0,129
White - Black Bijelo - Crno	51,530	14,106	3,653	0,000	0,003
Green - Yellow Zelena - Žuta	7,190	14,106	0,510	0,610	1,000
Green - Red Zelena - Crveno	-18,330	14,106	-1,299	0,194	1,000
Green - Black Zelena - Crna	-34,780	14,106	-2,466	0,014	0,137
Yellow - Red Žuto - Crveno	-11,140	14,106	-0,790	0,430	1,000
Yellow - Black Žuta - Crna	-24,590	14,106	-1,956	0,050	0,505
Red - Black Crveno - Crno	16,450	14,106	1,166	0,244	1,000

Confidence Level: 0,05

Razina pouzdanosti: 0,05

gnificant differences in the mean total capture of *Ips sexdentatus* were noted among the five trap colors ($df = 4$, $p < 0.005$) (Figure 3). Post hoc Dunn's test showed that significantly more *Ips sexdentatus* were captured by black traps than white ones ($p < 0.003$) (Table 2). No significant differences were occurred among the other trap colors (Table 3). Although there were no statistically significant differences in numbers of *Thanasimus formicarius* captured between the trap colors ($p < 0.098$), white-color trap was the least attractive pheromone trap followed by yellow, red, green, and black traps (Fig. 1).

Pearson correlation analysis was performed to determine the relationship between the number of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* captured by pheromone traps. The test

**Figure 1.** Mean catch (\pm SE) of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* according to tested pheromone trap colors.Slika 1. Srednji ulov (\pm SE) *Ips sexdentatus* i *Thanasimus formicarius* u odnosu na boje ispitivanih feromonskih klopki.**Table 4.** Correlation analysis for pheromone trap colors

Tablica 4. Korelacijska analiza boja feromonskih klopki

		I. sexdentatus	T. formicarius
I. sexdentatus	Pearson Correlation Pearsonova korelacija	1	0,589**
	Significance Značajnost		0,000
	N	250	250
	Pearson Correlation Pearsonova korelacija	0,589**	1
T. formicarius	Significance Značajnost		0,000
	N	250	250

** Correlation is significant at 0.01 level.

** Korelacija je značajna na razini 0,01.

indicated that a significant and positive relationship existed between the pest and the predator ($p < 0.01$) (Table 4).

In this study, dark traps (Black, Green and Red) were found to be more effective in attracting insects than light traps in general (Yellow and White). This result is consistent with Chen et al. (2009)'s findings on *I. duplicatus*. In addition, Strom et al. (1999) and Strom and Goyer (2001) showed that funnel-type black-colored traps caught more *Dendroctonus frontalis* and *D. brevicomis* than white-colored traps. Dubbel et al. (1985) found that for *I. typographus* and *Trypodendron lineatum* no significant differences were observed in clear, black, green, grey and redbrown traps, whereas catches in white traps were significantly lower. Mizell III and Tedders (1999) reported that dark colored

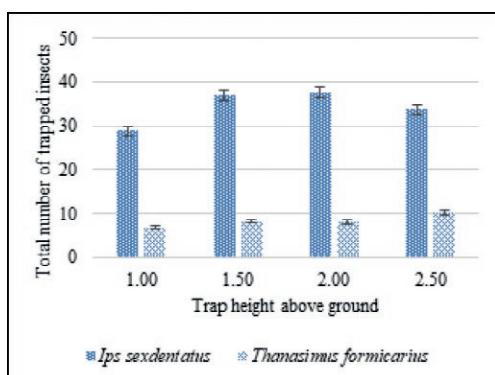


Figure 2. Mean catch (\pm SE) of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* according to tested pheromone trap heights above ground.
Slika 2. Prosječni ulov (\pm SE) *Ips sexdentatus* i *Thanasimus formicarius* prema visini ispitivane feromonske klopke iznad zemlje.

Table 5. Effect of trap installation height on *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* capture (Kruskal-Wallis Test)

Tablica 5. Učinak visine postavljanja klopke za *Ips sexdentatus* i *Thanasimus formicarius* (Kruskal-Wallisov test)

	<i>I. sexdentatus</i>	<i>T. formicarius</i>
Chi-square		
Hi-kvadrat	2,188	2,845
Df	3	3
Asymptotic significance	,534	,416
Asimptotska značajnost		

(black and brown) tedders traps were more effective for *Hyllobius pales* (Herbst) and *Pachylobius picivorus* (Germar) insects than yellow-colored and white-colored traps. Mizell III and Tedders (1999) stated that due to the dark color of coniferous trees' stem, the insects damaging these trees may tend to dark traps.

Yellow colored sticky traps resembling the color of flowers are used in order to catch insect species of agricultural pests. On the other hand, light colors (white or yellow) probably resemble the color of non-host angiosperm tree trunks, which is a strong visual barrier for conifer bark beetles

Table 6. Correlation analysis for pheromone trap hanging heights

Tablica 6. Korelacijska analiza visina na kojima su postavljene feromonske klopke

	<i>I. sexdentatus</i>	<i>T. formicarius</i>
<i>I. sexdentatus</i>	Pearson Correlation	
	Pearson korelacija	1
	Significance	0,524**
	Značajnost	0,000
<i>T. formicarius</i>	N	200
	Pearson Correlation	
	Pearson korelacija	0,524**
	Significance	1
	Značajnost	0,000
	N	200
		200

** Correlation is significant at 0.01 level.

** Korelacija je značajna na razini 0,01.

(Strom et al. 1999, Strom and Goyer 2001, Campbell and Borden 2009).

In this study, although there was no significant difference, dark-color traps (black, green, red) attracted more *Thanasimus formicarius* than light ones (yellow and white). Since black color traps are widely used today for monitoring and mass trapping of bark beetles, this result creates an undesirable situation in terms of biological control of bark beetles.

Trap installation height – Visina postavljanja klopke

Pheromone traps set at a height of 2 m had the highest mean attractiveness for *Ips sexdentatus*, followed by 1.5 m, 2.5 m, and 1 m. On the other hand, the number of trapped *Thanasimus formicarius* at 2.5 m-trap height was the highest, followed by 2 m, 1.5 m, and 1 m (Fig. 2). The results however showed that trap height on *Ips sexdentatus* ($p < 0.534$) and *Thanasimus formicarius* ($p < 0.416$) attraction was not significant (Table 5).

Chen et al. (2009) partially supports our findings in their study on *I. duplicatus*. Chen et al. (2009) reported that the trap height at 1.5–2 m captured more insects than the trap height at ground level or 3.5–4 m. According to Göktürk et al. (2010), the most effective trap height for *I. typographus* was 2m, followed by a height of 5, 3, 4, and as in our findings the least effective was 1 m-height traps. Göktürk et al. (2010) evaluated that shrub and herbaceous cover or forest floor may interrupt the functioning of 1 m height-pheromone traps, and since the flying height of *I. typographus* is about 2 m, most of the pest may be captured by the traps hung at height of 1 m.

Pearson correlation analysis was performed to determine the relationship between the number of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius* captured by pheromone traps depending on trap heights from the ground (Table 4.10). The test indicated that a significant and positive relationship existed between the pest and the predator ($p < 0.01$) (Table 6).

Thanasimus formicarius is attracted to bark beetle pheromones and host plant volatile compounds that bark beetles use for locating host trees and their mates (Bakke and Kvamme 1981, Kohnle and Vite 1984, Tommeras 1988, Seybold et al. 2006). Indeed, Lopez and Goldarazena (2012) reported that the most common predator in the traps was *Thanasimus formicarius* in their study. This proves that *Thanasimus formicarius* has a strong orientation towards *Ips sexdentatus* pheromone.

ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALA

This paper is produced from the master thesis of Mustafa Şahin titled “Effect of Type, Color and Hanging Height of *Ips sexdentatus* Pheromone Traps on Capture Rates” at Kastamonu University, Institute of Science and Technology.

REFERENCES

LITERATURA

- Avtzis, D. N., F. Lakatos, D. Gallego, M. Pernek, M. Faccoli, R. Wegensteiner, C. Stauffer, 2019: Shallow genetic structure among the European populations of the six-toothed bark beetle *Ips sexdentatus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *Forests*, 10, 136
- Bakke, A., T. Kvamme, 1981: Kairomone response in *Thanasimus* predators to pheromone components of *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 7(2): 305-312
- Borden, J. H., D.W.A. Hunt, D. R. Miller, K. N. Slessor, 1986: Orientation in forest Coleoptera: an uncertain outcome of responses by individual beetles to variable stimuli, pp. 97-109. In T. L. Payne, M.C.B., C.E.J. Kennedy [eds.], *Mechanisms in insect olfaction*. Clarendon, Oxford, UK.
- Brar G. S., J. L. Capinera, S. Mclean, P. E. Kendra, R. C. Ploetz, J. E. Peña, 2012: Effect of trap size, trap height and age of lure on sampling *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), and its flight periodicity and seasonality. *The Florida Entomologist*, 95(4): 1003-1011
- Byers, J. A., 1995: Host-tree chemistry affecting colonization in bark beetles, pp. 154-213. In R. T. Carde', W. J. Bell [eds.], *Chemical ecology of insects 2*. Chapman and Hall, New York.
- Byers, J. A., O. Anderbrant, J. Löqvist, 1989: Effective attraction radius: a method for comparing species attractants and determining densities of flying insects. *J. Chem. Ecol.* 15: 749-765
- Campbell, S. A., J. H. Borden, 2009: Additive and synergistic integration of multimodal cues of both hosts and non-hosts during host selection by woodboring insects. *Oikos*, 118(4): 553-563
- Cebeci, H.H., M. Baydemir, 2018: Predators of bark beetles (Coleoptera) in the Balikesir region of Turkey. *Revista Colombiana de Entomología* 44 (2): 283-287
- Chapman, J.A., 1972: Ommatidia numbers and eyes in scolytid beetles. *Ann Entomol Soc Amer* 65: 550-553
- Chen, G., Q. H. Zhang, Y. Wang, G. T. Liu, X. Zhou, J. Niu, F. Schlyter, 2009: Catching *Ips duplicatus* (Sahlberg)(Coleoptera: Scolytidae) with pheromonebaited traps: optimal trap type, colour, height and distance to infestation. *Pest Management Science*: formerly *Pesticide Science*, 66(2): 213-219
- Dahlsten D.L., D.L. Six, N. Erbilgin, K.F. Raffa, A.B. Lawson, D.L. Rowney, 2003: Attraction of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) and Its Predators to Various Enantiomeric Ratios of Ipsdienol and Lanierone in California: Implications for the Augmentation and Conservation of Natural Enemies. *Environmental Entomology*, 32(5): 1115-1122
- Dodds, K., 2014: Effects of trap height on captures of arboreal insects in pine stands of northeastern United States of America. *The Canadian Entomologist*, 146(1): 80-89
- Dubbel, V., K. Kerck, M. Sohrt, S. Mangold, 1985: Influence of trap color on the efficiency of bark beetle pheromone traps 1, 2. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 99(1-5): 59-64
- Galko J., C. Nikolov, A. Kunca, J. Vakula, A. Gubka, M. Zúbrík, S. Rell, B. Konôpká, 2016: Effectiveness of pheromone traps for the European spruce bark beetle: a comparative study of four commercial products and two new models. *Lesn. Cas. For.* 62: 207-215
- Göktürk, T., M. S. Özkaya, Y. Aksu, 2010: Feromon Tuzaklarının Asılma Yükseklerinin Böcek Yakalama Oranı Üzerine Et
kileri. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt: IV Sayfa: 1336-1343
- Gregoire, J. C., D. Coullien, A. Drumont, H. Meyer, W. Francke, 1992: Semiochemicals and the management of *Rhizophagus grandis* Gyll (Coleoptera: Rhizophagidae) for the biocontrol of *Dendroctonus micans* Kug (Coleoptera: Scolytidae). *Angew. Entomol.* 114: 110-112
- Jactel, H., J. Gaillard, 1991: A preliminary study of the dispersal potential of *Ips sexdentatus* with an automatically recording flight mill. *Journal of Applied Entomology* 112: 138-145
- Kohnle, U., J. P. Vité, 1984: Bark beetle predators: Strategies in the olfactory perception of prey species by clerid and trogositid beetles 1. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 98(1-5): 504-508
- Lausch, A. M. Heurich, L. Fahse, 2013: Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecological Indicators*, 31: 73-81
- Lieutier, F., Z. Mendel, M. Faccoli, 2016: Bark beetles of Mediterranean conifers, In: Paine T., F. Lieutier (ed), *Insects and diseases of Mediterranean forest systems*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24744-1-6>.
- Lindgren, B. S., J. H. Borden, L. Chong, L. M. Friskie, D. B. Orr, 1983: Factors influencing the efficiency of pheromone-baited traps for three species of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.* 115: 303-313
- Lopez, S., A. Goldarazena, 2012: Flight dynamics and abundance of *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in different sawmills from northern Spain: Differences between local *Pinus radiata* (Pinales: Pinaceae) and southern France incoming *P. pinaster* timber. *Psyche*, 1-6
- Martín A., I. Etxebeste, G. Pérez, G. Álvarez, E. Sánchez, J. Pajares, 2013: Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 86-97
- McLean, J. A., J. H. Borden, 1979: An operational pheromone-based suppression program for an ambrosia beetle, *Gnathotrichus sulcatus*, in a commercial sawmill. *J. Econ. Entomol.* 72: 165-172
- Mizell III, R. F., W. L. Tedders, 1999: Evaluation of trap type and color for monitoring *Hylobius pales* and *Pachylobius picivorus* in Florida. *Florida Entomologist*, 615-624
- Ozcan, G.E., M. Eroglu, H.A. Akinci, 2011: Use of pheromone-baited traps for monitoring *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) in oriental spruce stands. *Afr. J. Biotechnol.* 10: 16351-16360
- Paraschiv M., G. Isaia, M. L. Duduman, 2012: The effect of intercept® trap color on *Ips typographus* captures (preliminary results). *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 5(54): 85-90
- Pineau, X., M. Bourguignon, H. Jactel, F. Lieutier, A. Sallé, 2017: Pyrrhic victory for bark beetles: Successful standing tree colonization triggers strong intraspecific competition for offspring of *Ips sexdentatus*. *For. Ecol. Manag.* 399: 188-196
- Rener, I., J. Maja, 2001: The six-toothed bark beetle *Ips sexdentatus* (Boerner, 1767) (Coleoptera: Scolytidae) in the fire site Kojnik. *J. For. Sci.* 2: 154-155
- Ross, D. W., G. E. Daterman, 1995: Response of *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae) and *Thanasimus undulatus* (Coleoptera: Cleridae) to traps with different semiochemicals. *J. Econ. Entomol.* 88: 106-111

- Rossi, J.P., J.C. Samalens, D. Guyon, I.Van Halder, H. Jactel, P. Menassieu, D. Piou, 2009: Multiscale spatial variation of the bark beetle *Ips sexdentatus* damage in a pine plantation forest (Landes de Gascogne, southwestern France). *For. Ecol. Manag.* 257: 1551–1557
- Rudinsky, J. A., 1962: Ecology of Scolytidae. - *Ann. Rev. Ent.* 7: 327–348
- Seybold, S. J., 1993: Role of chirality in olfactory-directed behavior: aggregation of pine engraver beetles in the genus *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Chem. Ecol.* 19: 1809–1831
- Seybold S.J., D. P. W. Huber, J.C Lee, A.D. Graves, J. Bohlmann, 2006: Pine monoterpenes and pine bark beetles: A marriage of convenience for defence and chemical communication. *Phytochemistry Reviews* 5:143–178
- Stark, R. W., 1982: Generalized ecology and life cycle of bark beetles. - In: Mitton, J. B. and Sturgeon, K. B. 1982. Bark beetles in North American conifers. A system for the study of evolutionary biology. Univ. Texas Press, Austin, TX, pp. 21–45
- Stephen, F. M., D. L. Dahlsten, 1976: The arrival sequence of the arthropod complex following attack by *Dendroctonus brevicomis* (Coleoptera: Scolytidae) in ponderosa pine. *Can. Entomol.* 108: 283–304
- Strom, B. L., R. A. Goyer, 2001: Effect of silhouette color on trap catches of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94(6): 948–953
- Strom, B. L., L. M. Roton, R. A. Goyer, J.R. Meeker, 1999: Visual and semiochemical disruption of host finding in the southern pine beetle. *Ecological Applications*, 9(3): 1028–1038
- Thomaes A., A. Drumont, N. Warzée, J.C. Grégoire, E. Stassen, L. Crèvecoeur, N. Berckvens, H. Casteels, D. Vijver, H. Raemdonck, 2017: Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/ Bulletin van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie, 153: 206–214
- Tommeras, B. A., 1988: The clerid beetle, *Thanasimus formicarius*, is attracted to the pheromone of the ambrosia beetle, *Trypodendron lineatum*. *Experientia*, 44(6): 536–537.
- Valkama, H., M. Räty, P. Niemelä, 1997: Catches of *Ips duplicatus* and other non-target Coleoptera by *Ips typographus* pheromone trapping. *Entomol. Fennica*. 8: 153–159
- Zahradníková M., P. Zahradník, 2017: The influence of evaporated pheromone upon the trapping of the spruce bark beetle-*Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Forest Science*, 63(3): 149–152

SAŽETAK

Šestozubi borov potkornjak *Ips sexdentatus* jedan je od najrazornijih potkornjaka u euroazijskim borovim šumama. Za praćenje populacija *Ips sexdentatus* koriste se feromonske klopke. U ovom radu istraživali smo utjecaj boje i visine klopki na ulov *Ips sexdentatus* i njegovog predavara *Thanasimus formicarius*. Istraživanje je provedeno u sastojinama *Pinus sylvestris* unutar Yayla Forest Enterprise Chief (Kastamonu-Daday) u Turskoj. U području istraživanja koristili smo 25 skandinavskih klopki s tri lijevka u pet različitih boja (žute, bijele, zelene, crne i crvene klopke). Klopke su postavljene na istu visinu, 1,5 m iznad zemlje. U drugom dijelu istraživanja postavljeno je ukupno 20 klopki (5 po visinskoj kategoriji) na visine od 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m, i 2,5 m iznad zemlje. Klopke smo kontrolirali u intervalima od 7–10 dana i izbrojali smo jedinke *Ips sexdentatus* i *T. formicarius*. Dobiveni podaci su obrađeni Kruskal-Wallisovim testovima i testovima višestrukih usporedbi. Rezultati ispitivanja su sljedeći: 1) Značajne razlike u broju ulova u odnosu na boju klopki, 2) Postoji značajan i pozitivni odnos između štetnika i predavara, 3) Nisu utvrđene značajne razlike u broju uhvaćenih jedinki *Ips sexdentatus* i *T. formicarius* u odnosu na visine klopki.

KLJUČNE RIJEČI: Šestozubi borov potkornjak, mravasti kornjaš, visina klopke, boja klopke, bor

ANALIZA PODIZANJA VJETROZAŠTITNIH POJASA NA MEDITERANSKOM KRŠU HRVATSKE

ANALYSIS OF RAISING WINDBREAKS ON THE MEDITERRANEAN KARST OF CROATIA

Damir BARČIĆ¹, Vlado HABJANEC², Željko ŠPANJOL³, Mario ŠANGO⁴

SAŽETAK

Vjetrozaštitni pojasi uspostavljaju se kao barijere od redova stabala ili grmlja koje se sade s namjenom reduciranja brzine vjetra, smanjenja evapotranspiracije, zaštite od eolske erozije, istovremeno izravno se koriste za zaštitu kulturna i nasada te osiguravaju povoljnije stanišne uvjete. Jedna od bitnih pretpostavki uspjeha podizanja pojasa je korištenje autohtonih vrsta drveća i grmlja prilagođenih na stanišne uvjete. Tehnologije i postupci zaštite mogu biti usmjerene na biološko-tehničke postupke pošumljivanja i podizanja nasada s ciljem ublažavanja udara vjetra. Izbor biljnih vrsta za podizanje nasada uvjetovan je različitim klimatskim zonama, biološko-ekološkim značajkama vrsta, ali i kompoziciji s ostalim elementima krajobraza. Zaštita od vjetra postavlja se prema pravcu udara glavnog vjetra. Uspostava vjetrozaštitnih pojasa ponajprije smanjuje snagu vjetra i reducira njegovu brzinu. Na taj način ublažavaju se klimatski ekstremi povezani s olujnim vjetrom (na kršu se ponajprije radi o buri) i utječe na mikroklimatske uvjete, što u konačnici može osigurati zaštitu poljoprivrednog i šumskog zemljišta.

KLJUČNE RIJEČI: vjetar, propusnost, mikroklima, erozija, zaštita tla.

UVOD INTRODUCTION

Vjetrozaštitni pojasi podižu se diljem svijeta, najčešće s ciljem zaštite poljoprivrednih površina (Bramble i dr. 2004, Campi i dr. 2009, Dostalek i dr. 2014). Uz navedeno, isti se mogu podizati i radi zaštite prometnica i naselja s ciljem smanjenja brzine vjetra i ublažavanja evapotranspiracije (Alemu, 2016). FAO (1989) definira vjetrozaštitne pojase kao barijere od redova stabala ili grmlja koje se sade s namjenom reduciranja brzine vjetra, smanjenja evapotranspiracije, zaštite od eolske erozije, istovremeno izravno se koriste za zaštitu kultura i nasada te osiguravaju povoljne

mikroklimatske uvjete. Jedna od bitnih pretpostavki uspjeha podizanja pojasa je korištenje autohtonih vrsta drveća i grmlja koje su prilagođene na stanišne uvjete, ali i u krajobraznom smislu su prihvativije. Neke studije podupiru upravo autohtonu vegetaciju ukoliko je to moguće za podizanje pojasa (Rodwell i Patterson 1994, Farris i dr. 2010, Jelínek i Úradníček 2010). Na mediteranskom području krša u Hrvatskoj, iako postoji jak utjecaj vjetra od sjevernog do južnog dijela Jadrana, ne postoje intenzivna istraživanja posebno u području šumarstva. Navode se određeni problemi i lokaliteti kao što je Brač i sadnja 300.000 sadnica običnog čempresa za burobrane u razdoblju od 1933. do 1935. godine (Beltram, 1949). Isti autor navodi i pošumlja-

¹ izv. prof. dr. sc. Damir Barčić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetošimunska 25, Zagreb, dbarcic@sumfak.hr

² Vlado Habjanec, mag. ing. silv., Jačkova 101, Zagreb, vlado.habjanec@gmail.com

³ prof. dr. sc. Željko Španjol, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetošimunska 25, Zagreb, zespanjol.rab@gmail.com

⁴ Mario Šango, dipl. ing. šum., Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetošimunska 25, Zagreb, msango@sumfak.hr

vanje na pruge s ciljem ublažavanja utjecaja vjetra, uz napomenu kako je cilj sklapanje tih pruga u šumske komplekse. Taj način pošumljavanja na pruge koristio se i ranije na području Senjske drage. Radi zaštite poljoprivrednih površina postoje projekti koji su do sada napravljeni i istraživani (Tomašević, 1996) na području Sinjskog polja i (Kisić i dr. 2013; Kisić, 2017) na području Čepić polja. Oni ukazuju na poboljšavanje mikroklimatskih uvjeta koje stvaraju vjetrozaštitni pojasi. Istovremeno zanemarena je činjenica da korištenje i podizanje takvih pojasa pozitivno utječe i na šumsko zemljište (Aussenac, 1999). Istraživanja u tom smislu navode smanjenje solarne radijacije, što ima učinak na poboljšanje mikroklimatskih i edafskih uvjeta (Cannell i Grace, 1993; Berbiger i Bonnefond 1995; Hassika i dr. 1997). S obzirom na izražene procese degradacije i devastacije na mediteranskom kršu uspostava pojasa je tehnički i biološki zahtjevna, jer se radi o problemu izbora vrsta, dimenzioniranju pojasa i mjerama održavanja vrsta tijekom formiranja pojasa. Unatoč navedenom, njihova uloga može imati više prednosti i pozitivno utjecati za zaštitu šuma i šumskog zemljišta na kršu.

CILJ ISTRAŽIVANJA

U radu će se analizirati glavni čimbenici koji utječu na nastanak štetnog djelovanja vjetra. Bit će prikazane posljedice djelovanja vjetra, glavni razlozi podizanja i osnivanja vjetrozaštitnih pojasa i nasada, način funkciranja vjetrozaštitnih pojasa, uvjeti izrade plana podizanja pojasa i nasada. Analizirat će se i interpretirati potreba zaštite od štetnog djelovanja vjetra i njihova opravdanost.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA FIELD OF RESEARCH

Istraživano područje vezano je uz mediteranski dio dinarskog krša Hrvatske. Na području krških polja veće su potrebe radi zaštite poljoprivrednog zemljišta. U novije vrijeme više se ističe i uspostava vjetrozaštitnih pojasa radi zaštite prometnica.

REZULTATI RESULTS

Tehnologije i postupci zaštite mogu biti usmjereni na biološko-tehničke postupke pošumljivanja i podizanja nasada s ciljem ublažavanja udara vjetra. Cilj vjetrobranih pojasa i podizanje nasada s različitim vrstama drveća i grmlja prikazan je na slikama (slike 3,4,5,6,7). Izbor biljnih vrsta za podizanje nasada uvjetovan je različitim klimatskim zonama, biološko-ekološkim značajkama vrsta, ali i kompoziciji s ostalim elementima krajobraza. Zaštita od vjetra postavljena se prema pravcu udara glavnog vjetra. Važna

značajka vjetrozaštitnih pojasa je njihova propusnost za vjetar i utjecaj na brzinu vjetra. Propusnost ovisi o habitusu biljke, te vrsti drveća i grmlja. Gustoćom vjetrobranog pojasa mijenja se njegov utjecaj i djelotvornost; propustan pojas osigurava uravnoveženu raspodjelu jer ga dio vjetra preskače, a dio prolazi kroz pojas. Ukoliko je vjetrobrani pojas pregust, vjetar prelazi preko pojasa što stvara uvjete za zonu niskog tlaka u zavjetriini, a potom i pojavu vrtloženja (turbulencija) i smanjenu zonu zaštite. U pravilu bitno je da vjetrozaštitni pojas bude okomit na udar dominantnog vjetra uz odstupanja do 30° . Izvedba vjetrozaštitnih pojasa može biti nepropusna, polupropusna i propusna.

Ključna napomena odnosi se na rezultate istraživanja na ravničarskom terenu koje treba s velikom rezervom i ko-rekcijom prenijeti na krški teren, jer njega karakteriziraju raznolikosti u geomorfološkim i reljefnim obilježjima.

Kod podizanja vjetrozaštitnih pojaseva osnovni cilj je:

1. za koliko pojedine zapreke smanjuju ili ublažavaju snagu vjetra
2. na kojoj udaljenosti djeluje to smanjenje snage vjetra

Tehnički postupci zaštite od vjetra obuhvaćaju izgradnju prepreka od građevinskih materijala poput opeke, kamena, drvene građe, stakla, tvrde plastike ili kombinacijom više vrsta materijala. Tehnički oblici zaštite (Slike 1 i 2) od vjetra imaju prednost zbog brzine ugradnje i po potrebi 100% gustoće koja zaustavlja udare vjetra i smanjuje štetno djelovanje vjetra. Nedostaci tehničkog oblika zaštite su visoka cijena i estetika.

Biološki postupci u smislu izbora vrsta i uvažavanja stanišnih uvjeta puno su kompleksniji. Sve to u kontekstu česte promjene "strukture vjetra" na krškom području. Osim ("advektivnog") laminarnog horizontalnog kretanja zračnih masa, na krškom neravnom području postoji i ("konveksno") turbulentno strujanje. Osim toga kod bure



Slika 1. Tehnički oblici zaštite na dijelu autoceste od sv. Roka do Maslenice

Figure 1 Technical forms of protection on the part of the highway from Sv. Rok to Maslenica (Foto: D. Barčić)



Slika 2. Tehnička zaštita uz autocestu

Figure 2 Technical protection on highway (Izvor: <http://polirol.com/> u Habjanec (2020))

je važno obilježje njeno puhanje na mahove, gdje u kratkom razdoblju od par minuta može biti brzine nekoliko km/h, da bi za tren dobili udar bure od 100 i više km/h. Tu

je još i raznolikost reljefa, posebno planinski lanci duž Jadranske obale Kapela, Velebit, Dinara, Biokovo i pedomorfoloških obilježja (uvale, škape, visoke stijene, usjeci, vratače, dolci i dr.) koji u mnogome utječu na smjer vjetra u makro i mikro lokacijama. Podizanje pojasa može se razlikovati prema namjeni i očekivanom učinku na sljedeći način:

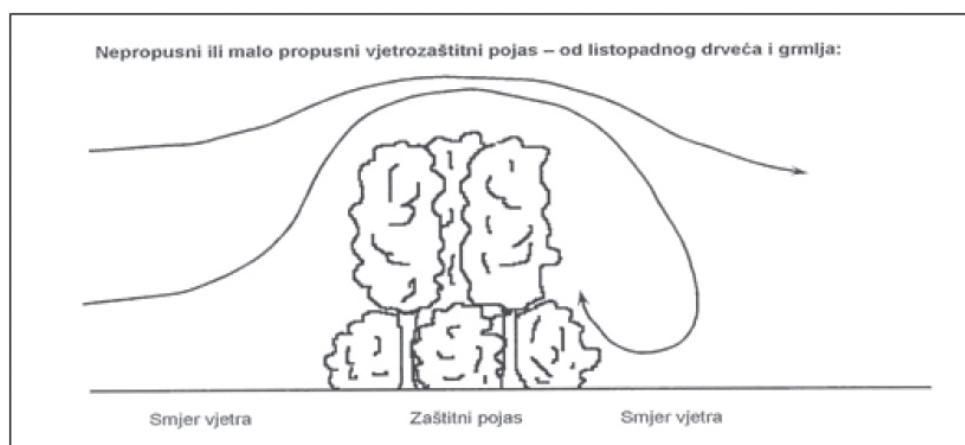
Nepropusni pojaz

Nepropusni ili slabo propusni pojaz podiže se od zimzelenog ili listopadnog drveća i grmlja, pri čemu u vertikalnom profilu otvori u pojazu ne prelaze 5% propusnosti (slike 3 i 4). Ovaj tip pojaza zračne struje prolaze preko vrhova stabala velikom brzinom. Neposredno iza pojaza stvara se zavjetrina, ona je vrlo kratka i iza nje se javlja tzv. zračni valjak; horizontalni vihor. Tu se stvaraju turbulentije i zaštita od vjetra je na kratkoj udaljenosti od pojaza. U pravilu nepropusni pojasevi se podižu radi bržeg rasta i brzog postavljanja u funkciju.



Slika 3. Prikaz nepropusnog ili slabo propusnog pojasa od četinjača

Figure 3 Display of impermeable or poorly permeable belt from conifer (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))



Slika 4. Prikaz nepropusnog ili slabo propusnog pojasa od listopadnih vrsta

Figure 4 Display of impermeable or poorly permeable belt of deciduous species (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))

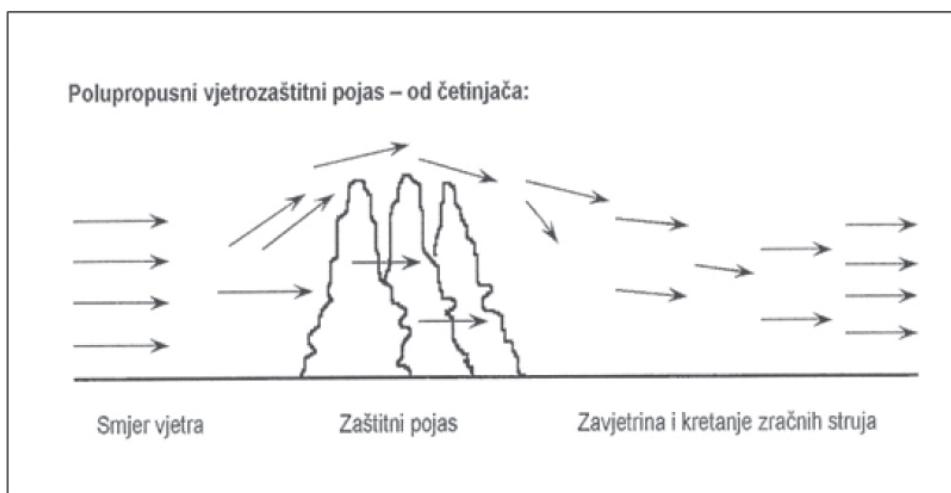
Polupropusni pojaz

Osnovne značajke polupropusnog pojasa su vezane uz podjelu zračnih struja u dva smjera. Jedan dio struja prelazi preko vrha pojasa, a drugi dio prolazi kroz pojaz i djeluje kao aerodinamička rešetka (slike 5 i 6). Strujanje kroz pojaz odbacuje vihor, zračni valjak koji se stvara na zavjetrinoj strani slab i spušta se prema tlu na većoj udaljenosti u odnosu na nepropusni pojaz.

Propusni pojaz

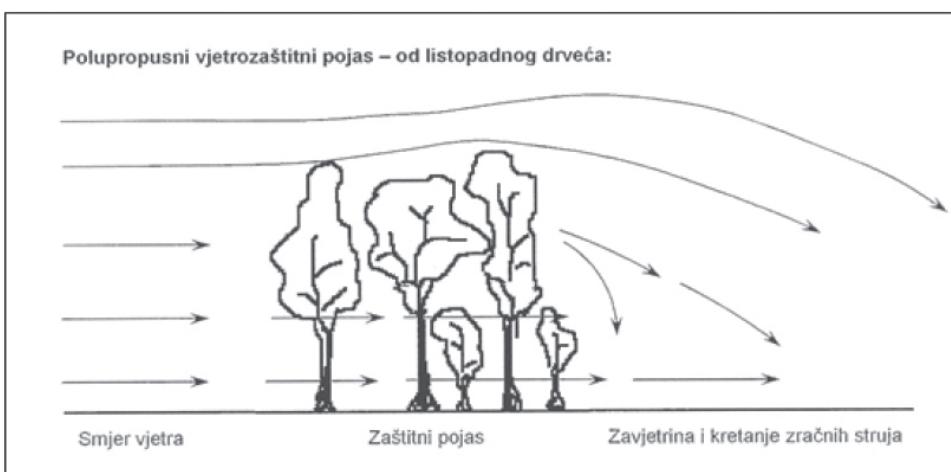
U propusnom pojazu zračne mase, strujanje prolazi većom brzinom između stabala i krošanja drveća. Strujanje zračnih masa se povećava, a brzina vjetra se usporava (slika 7). Ovo strujanje odbacuje vihor, zračni valjak od površine tla. Propusni pojasevi osiguravaju najveću širinu područja zaštićenog utjecaja.

U zoni postavljanja vjetrobranog pojasa od 200 m (slike 8 i 9) na mediteranskom kršu, sredinom pojaza prolazi protupožarna cesta (širine 10m). Razmak između pojaza je 10 m. Unutar razmaka između pojaza od 10 m ostavlja se zeleni; zatravljeni dio s eventualnom sadnjom smilja. Razmak sadnica u prvom redu pojaza je 3×3 metra, a gustoća sadnje 3333 sadnice po hektaru. Omjer sadnog materijala je 60% crnoga bora, 20% alepskog bora i 20% primorskog bora. Razmak sadnica u drugom redu pojaza je 2×2 metra, a gustoća sadnje 5000 sadnica po hektaru. Omjer sadnog materijala je 35% običnog čempresa i 35% arizonskog čempresa, te po 10% koprivića, crnog jasena i maklena. Razmak sadnica u trećem redu petorednog pojaza je $1,5 \times 1,5$ metara, a gustoća sadnje je 6.666 sadnica po hektaru. Omjer sadnog materijala je 40% primorske somine i 40% lovora, te 20% brnistre. U trorednom pojazu razmaci sadnje u prvom i drugom redu su isti, a razlika je u trećem redu gdje je razmak 2×2 metra.



Slika 5. Prikaz djelovanja zračnog strujanja na polupropusni pojaz četinjača

Figure 5 Display of the effect of air flow on a semi-permeable belt of conifers (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))



Slika 6. Prikaz djelovanja zračnog strujanja na polupropusni pojaz listopadnih vrsta

Figure 6 Display of the effect of air flow on the semipermeable belt of deciduous species (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))

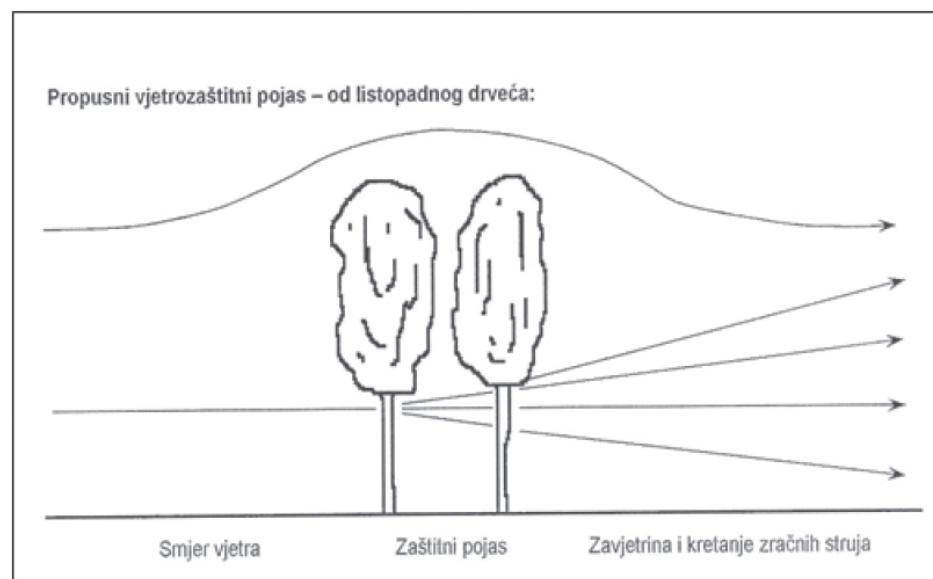
**Slika 7.** Propusni vjetrozaštitni pojас od listopadnog drvećа

Figure 7 Permeable windbreak of deciduous trees (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))

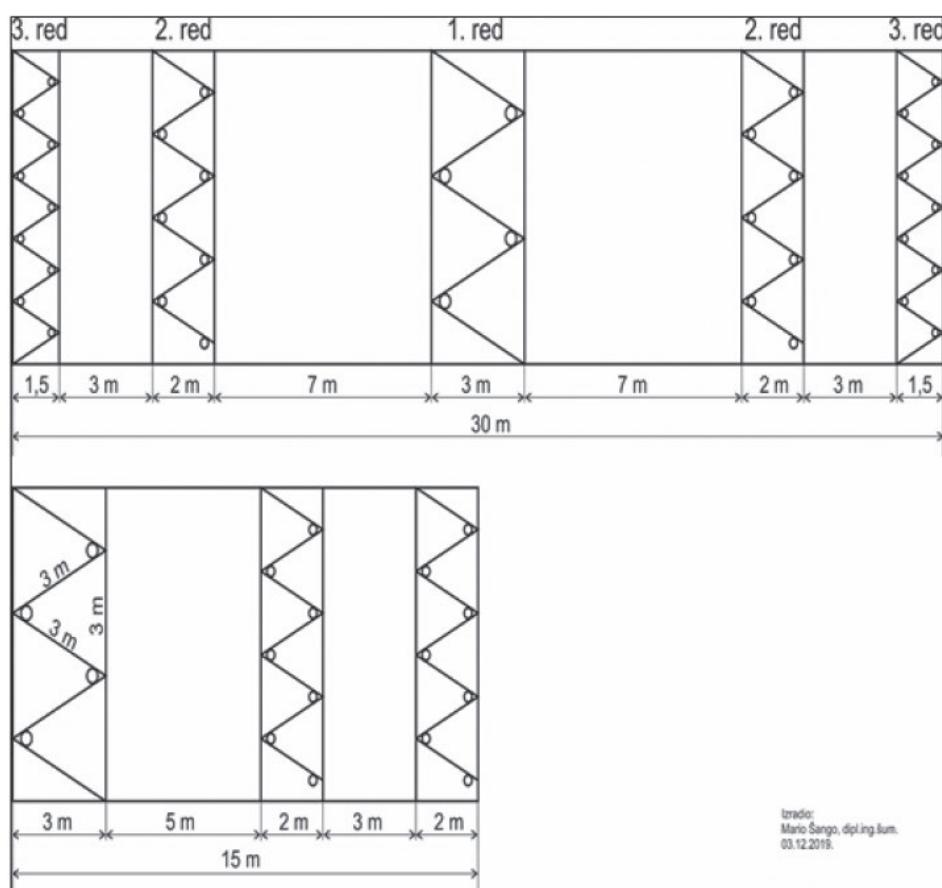
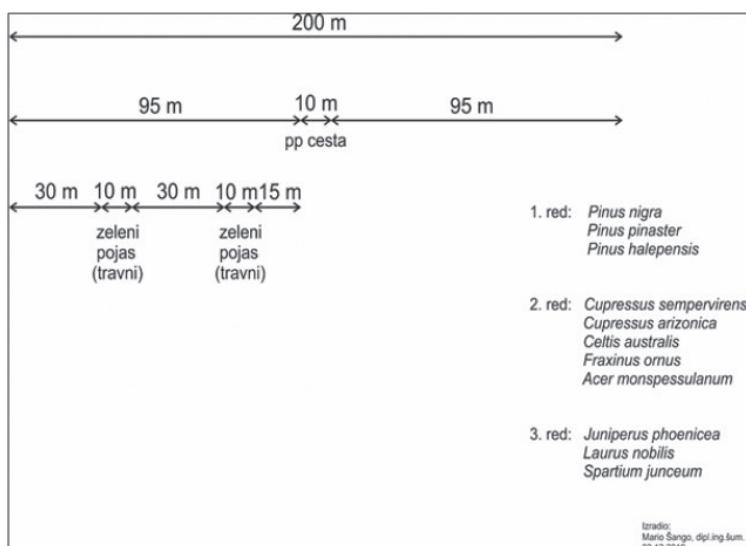
**Slika 8.** Razmaci i plan postavljanja vjetrobranih pojasa (petoredni i troredni pojас)

Figure 8 Spacing and windbreak installation plan (five-row and three-row belt)

Prema Tomaševiću (1996) i dosadašnjim iskustvima na udaljenosti 25 visina od pojasa postižu se procijenjeni postoci brzine vjetra (Tablica 2). Iz navedenog proizlazi da je brzina vjetra više reducirana što je kut upada veći. Osim

toga, bitan podatak je i visina pojasa (Tablica 1), jer je u ko-relaciji s dužinom površine koju se štiti. Upravo na taj način ispunjava se cilj pojasa koji ublažava udar vjetra i smanjuje brzinu.



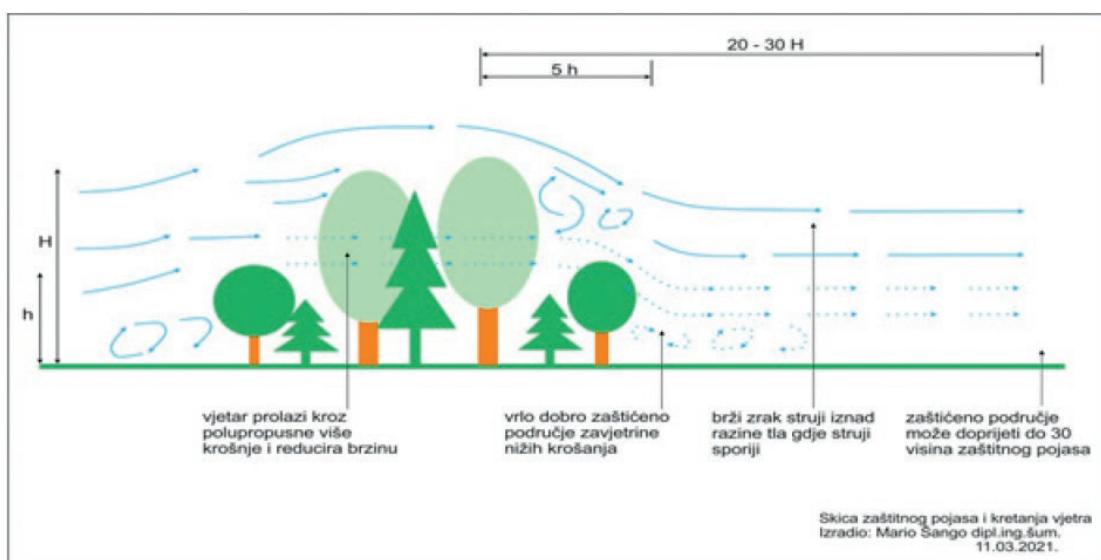
Slika 9. Širina i raspored u vjetrozaštitnom pojusu

Figure 9 Protective belt width and arrangement of windbreaks



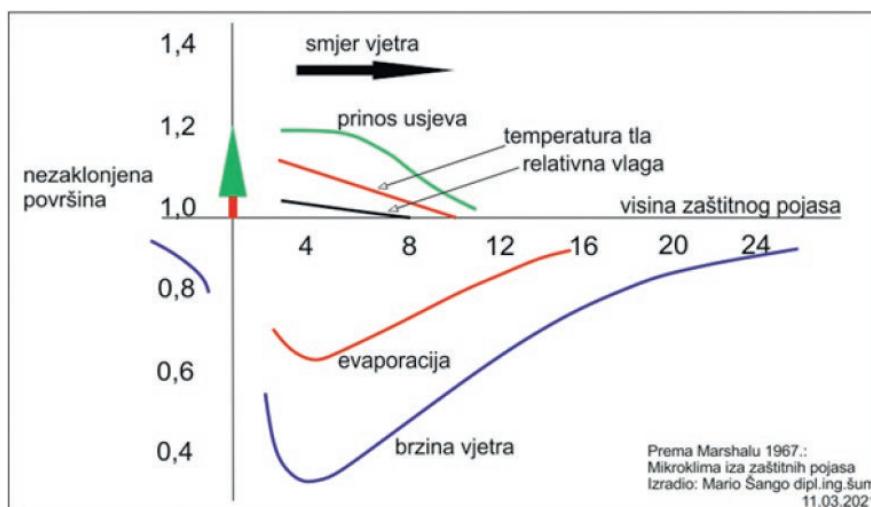
Slika 10. Etažni ili visinski vjetrozaštitni pojaz

Figure 10 Height windbreaks (Izvor: Španjol, Barčić, Šango 2019 (korigirano prema Tomašević 1996))



Slika 11. Vjetrozaštitni pojaz i strujanje vjetra

Figure 11 Windbreak and wind current



Slika 12. Utjecaj vjetrozaštitnog pojasa na mikroklimu
Figure 12 Influence of windbreak on microclimate

Tablica 1. Visina zaštitnog pojasa i dužina zaštitne površine prema gore navedenom izračunu

Table 1 Protective belt height and protective surface length according to the above calculation

Visina zaštitnog pojasa Protective belt height	Dužina zaštićene površine Protective surface length
3,0 m	22,5 m
5,7 m	81,2 m
6,0 m	90,0 m
9,0 m	202,5 m

Tablica 2. Odnos kuta upada vjetra i postotka brzine vjetra
Table 2 The ratio of the wind angle and the percentage of the wind speed

Udaljenost 25 visina od pojasa Distance 25 height from the belt	
Kut upada vjetra Wind angle	Postotak brzine vjetra Percentage of the wind speed
90 °	54%
68 °	63%
45 °	80%
23 °	95%

RASPRAVA

DISCUSSION

Vjetar je abiotski čimbenik, koji svojim djelovanjem i svojom razornom snagom bitno mijenja funkciranje ekosustava i obavljanje ljudskih djelatnosti. Vjetar nema samo negativno djelovanje na ekosustave. Pozitivni utjecaj vjetra u ekosustavima se ogleda u filtriranju i miješanju zraka, isušivanju zamočvarenih površina, raznošenju sjemena biljaka, prirodnoj obnovi šumskih ekosustava. Vjetar je neophodna sastavnica svakog ekosustava, ali vjetar se razlikuje svojom jačinom, snagom, svojim naletima i udarima pa

različite vrste vjetrova različito utječu na ekosustave, ali i na obavljanje ljudskih djelatnosti. Strujanje zraka nad nekim područjem odraz je primarne cirkulacije koja se uspostavlja globalnom raspodjelom tlaka zraka značajnom za topli i hladni dio godine. Međutim, promjene tlaka zraka makrorazmjera i u kraćim razdobljima generiraju sekundarnu cirkulaciju. To su pokretni cirkulacijski sustavi koji uzrokuju lokalne vjetrove različitih značajki ovisno o reljefu tla, svojstvima podloge i zračnih masa. Isto tako postoje i cirkulacije srednjih i lokalnih razmjera koje su posljedica periodičke termičke promjene zbog lokalnih karakteristika terena (Bajić, 2003). Posljedice štetnog djelovanja vjetra nagnale su ljudi da zaštite prirodne ekosustave, svoje domove, izvore prihoda, poljoprivredne površine i ostala područja i objekte koji mogu pretrpjeti štetu izazvanu vjetrom. Takvo štetno djelovanje vjetra dovelo je do osnivanja i podizanja vjetrozaštitnih pojasa i nasada. Prvi vjetrozaštitni pojasevi podizani su uz poljoprivredne površine kako bi se zaštitili usjevi od štetnog djelovanja vjetra. Prvi zapisi o vjetrozaštitnim pojasima spominju se u Škotskoj sredinom 14. Stoljeća, kada je škotski parlament urgentnim planom naredio podizanje vjetrozaštitnih pojasa kako bi se zaštitila agrikulturna proizvodnja (Brandle, 2009). Poljoprivredne površine trpe najteže gubitke izazvane jakim i olujnim vjetrovima, ali stradati mogu i šumski ekosustavi te može biti ugrožena njihova obnova. Postoje i druge površine i objekti koji stradavaju od olujnog vjetra ili su u nemogućnosti obavljanja primarnih funkcija poput šumskih rasadnika i različitih proizvodnih objekata i površina. Posebno je jak utjecaj olujnog vjetra na promet i to na različitim vrstama prometnica (autoceste, županijske ceste i dr.). Postoje tehnički i biološki postupci zaštite od vjetra. Tehnički postupci zaštite od vjetra obuhvaćaju izgradnju prepreka od građevinskih materijala poput opeke, kamena, drvne građe, stakla, tvrde plastike ili kombinacijom više

vrsta materijala. Tehnički oblici zaštite od vjetra imaju prednost zbog brzine ugradnje i velike gustoće koja u potpunosti ili velikim dijelom zaustavlja udare vjetra i smanjuje štetno djelovanje vjetra. Nedostaci uporabe tehničkog oblika zaštite su ponajprije cijena i estetika. Biološki oblik zaštite i podizanje zaštitnih pojasa s različitim vrstama drveća i grmlja nije nimalo jednostavan zadatak, potrebno je uzeti u obzir prirodne zakonitosti, ekološke i klimatske zahtjeve. Nadalje, voditi računa o konfiguraciji terena, geografskim, geološkim i pedološkim obilježjima lokaliteta na kojem se podiže vjetrozaštitni pojasi. Podizanje vjetrozaštitnih pojaseva ne smije se raditi bez dugoročnog promišljanja i razrade mogućih utjecaja, stoga taj posao treba prepustiti stručnim osobama različitih struka poput šumarske, agronomске, prometne i ostalih struka koje se prepoznaju u poslovima podizanja vjetrozaštitnih pojasa i nasada (Kisić, 2013).

Podignuti vjetrozaštitni pojasi i nasadi ne mogu odmah u potpunosti ispunjavati sve očekivane funkcije, već se provođenjem njege, zaštite i ostalih metoda usmjerava rast i razvoj takvih pojasa, kako bi što svrshishodnije ispunjavali sve funkcije i opravdali očekivanja. Uz navedeno, potrebno je uključiti mjere održavanja i praćenja stanja radi pravovremenog djelovanja u slučaju potrebe. Dimenzioniranje zaštitnih pojasa ovisi o konkretnoj situaciji na terenu, a glavni elementi su visina, širina, dužina i gustoća pojasa. Ti elementi su u korelaciji s kutom upada vjetra, brzinom vjetra, intenzitetu vjetra, konfiguraciji terena, izloženosti, tipu tla i pedomorfološkim karakteristikama, te položaju već izgrađenih objekata ako se radi o zaštiti prometnica. Kod vjetrozaštitnih pojasa razlikujemo glavni pojasi i sporedni pojasi. Glavni pojasi postavlja se okomito na pravac najjačeg vjetra, a sporedni okomito na glavni pojasi. Na taj način sprječavamo turbulenciju sa strane i negativno djelovanje vjetrova koji se javljaju iz drugih smjerova (Tomašević, 1996). Za učinkovitost pojasa u uvjetima mediteranskog krša uvažavajući bioklimatski i edafski gradijent korisna bi bila primjena navodnjavanja, dovoženja zemlje, prignojavaanja i uključenje elemenata zaštite bilja i zaštite od požara.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Upostava vjetrozaštitnih pojasa ponajprije smanjuje snagu vjetra i reducira njegovu brzinu. Na taj način ublažavaju se klimatski ekstremi povezani s olujnim vjetrom (na kršu se ponajprije radi o buri) i utječe na mikroklimatske uvjete, što u konačnici može osigurati zaštitu poljoprivrednog i šumskog zemljišta. Stoga se mogu navesti sljedeće prednosti: zaštita i ublažavanje eolske erozije, zaštita od posolice, povoljan utjecaj na zračnu vlagu i akumulaciju vlage u tlu, smanjuje se isušivanje i evapotranspiracija, zaštita prometnica i naselja. Nedostaci mogu biti više izraženi na poljo-

privrednim površinama radi smanjenja proizvodne površine, postavljanje pojasa u blizini sustava za navodnjavanje i odvodnju može utjecati na oštećenja kanalske mreže i drenažnih cijevi, zatim povećani troškovi uspostave pojasa u slučaju kada dođe do pogrešnog odabira vrsta. Zasigurno bi izgled i kompozicija pojasa trebala biti usklađena s elementima krajobraza. U razradi i projektnoj dokumentaciji potrebno je uzeti u obzir primjenu tehnologija koje u uvjetima mediteranskog krša osiguravaju učinkovita rješenja.

LITERATURA

REFERENCES

- Alemu, M.M. 2016: Ecological Benefits of Trees as Windbreaks and Shelterbelts. International Journal of Ecosystem 6 (1): 10-13. doi: 10.5923/j.ije.20160601.02
- Aussénac, G., 2000: Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. Ann. For. Sci. (57) 287–301. doi:10.1051/forest:2000119
- Bajić, A., 2003: Očekivani režim strujanja vjetra na autocesti Sv. Rok (jug) – Maslenica. Građevinar 55 (3), 149-158.
- Beltram, V., 1949: Šumski zaštitni pojasi i pošumljavanje na pruge. Šumarski list br. 1-2, LXXIII, 3-15. Zagreb.
- Berbigier, P., J.M. Bonnefond, 1995: Measurement and modelling of radiation transmission within a stand of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait), Ann. Sci. For. (52), 23-42.
- Brandle, J.R., L. Hodges, X.H. Zhou, 2004: Windbreaks in North American agricultural systems. Agroforestry Systems (61–62): 65–78.
- Brandle, J.R., L. Hodges, J. R.A. Tyndall Sudmeyer, 2009: Windbreak practices. American Society of Agronomy. 104 str.
- Campi P., A.D. Palumbo, M. Mastrolilli, 2009: Effects of tree windbreak on microclimate and wheat productivity in a Mediterranean environment. European Journal of Agronomy, (30): 220–227.
- Cannell, M.G.R., J. Grace, 1993: Competition for light: detections forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel Rev.For. Fr. measurement and quantification, Can. J. For. Res. (23), 1973-1979.
- Dostálek, J., M. Weber, T. Frantík, 2014: Establishing wind-breaks: how rapidly do the smaller tree transplants reach the height of the larger ones? Journal of Forest Science, 60, (1): 12–17.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1989: Arid Zone Forestry: A Guide for Field Technicians. ISBN 92-5-102809-5, Delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.
- Farris E., G. Filibeck, M. Marignani L. Rosati, 2010: The power of potential natural vegetation (and of spatial-temporal scale): a response to Carrión & Fernández. Journal of Biogeography, 37: 2211–2213.
- Habjanec, V., 2020: Analiza podizanja vjetrozaštitnih pojasa i nasada u Hrvatskoj. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 40 str.
- Hassika, P., P. Berbigier, J.M. Bonnefons, 1997: Measurement and modelling of the photosynthetically active radiation transmitted in a canopy of maritime pine, Ann. Sci. For. (54), 715-730.

- Jelínek B., L. Úradníček 2010: The survival and growth rates of woody vegetation in the man-made Vracov bocorridor during the period of 1993–2007. *Journal of Landscape Ecology*, 3: 5–15.
- Kisić, I., S. Husnjak, M. Gajić Čapka, K. Cindrić, D. Bilandžija, B. Prekalj, 2013: Erozija tla vjetrom u Čepić polju – uzroci, posljedice i mjere ublažavanja. *Hrvatske vode* 21, (81), 25-38 str.
- Kisić, I., 2017: Erozija vjetrom. *Hrvatske vode* 25, (99), 1-12.
- Marshall, J.K., 1967: The effect of shelter on the productivity of grasslands and field crops, *Field Crop Abstracts*, Vol. 20.
- Rodwell J., G. Patterson, 1994: Creating New Native Woodlands. London, Forestry Commission: 74.
- Španjol, Ž., D. Barčić, M. Šango, 2019: Preporučene tehnologije i postupci, okvirni troškovnik. Izrada idejnog rješenja za podizanje vjetrobranskih nasada duž trase autoceste A1 na dionici tunel sv.Rok-Maslenica. 40 str.
- Tomašević, A., 1996: Vjetrozaštita Sinjskog polja. Šumarski list br. 1-2, CXX, 19-34. Zagreb.
- <http://www.polirol.com/> (pristupljeno 17.7.2020.)

SUMMARY

Windbreaks are established as barriers of rows of trees or shrubs that are planted to reduce wind speed, reduce evapotranspiration, protect against aeolian erosion, while being used directly to protect crops and plantations and provide favorable habitat conditions. One of the essential preconditions for the success of belt raising is the use of indigenous species that are adapted to habitat conditions. Technologies and protection procedures can be focused on biological-technical procedures of afforestation and raising plantations with the aim of mitigating wind gusts. The goal of windbreaks and raising plantations with different species is shown in the following figures (Figures 3,4,5,6,7). The choice of plant species for raising plantations is conditioned by different climatic zones, biological and ecological characteristics of the species, but also the composition with other elements of the landscape. An important feature of windbreaks is their wind permeability and impact on wind speed. Permeability depends on the habitus of the plant, and the type of trees and shrubs. The density of the windbreak changes its impact and effectiveness; the permeable belt ensures a balanced distribution as part of the wind skips it and part passes through the belt. The wind protection is placed in the direction of the main wind. Technical wind protection procedures include the construction of barriers made of building materials such as brick, stone, timber, glass, hard plastic or a combination of several types of materials (Figures 1 and 2). Biological procedures in terms of species selection and consideration of habitat conditions are much more complex. All this in the context of frequent changes in the “wind structure” in the karst area. Belt lifting can be differentiated according to purpose and expected performance as follows: impermeable belt, semi-permeable and permeable belt. The establishment of windbreaks primarily reduces wind strength and reduces its speed. In this way, the climatic extremes associated with the stormy wind are alleviated (the karst is primarily a bora) and it affects the micro-climatic conditions, which can ultimately ensure the protection of agricultural and forest land.

KEY WORDS: wind, permeability, microclimate, erosion, soil protection

MALI SOKOL (*Falco columbarius* L.)

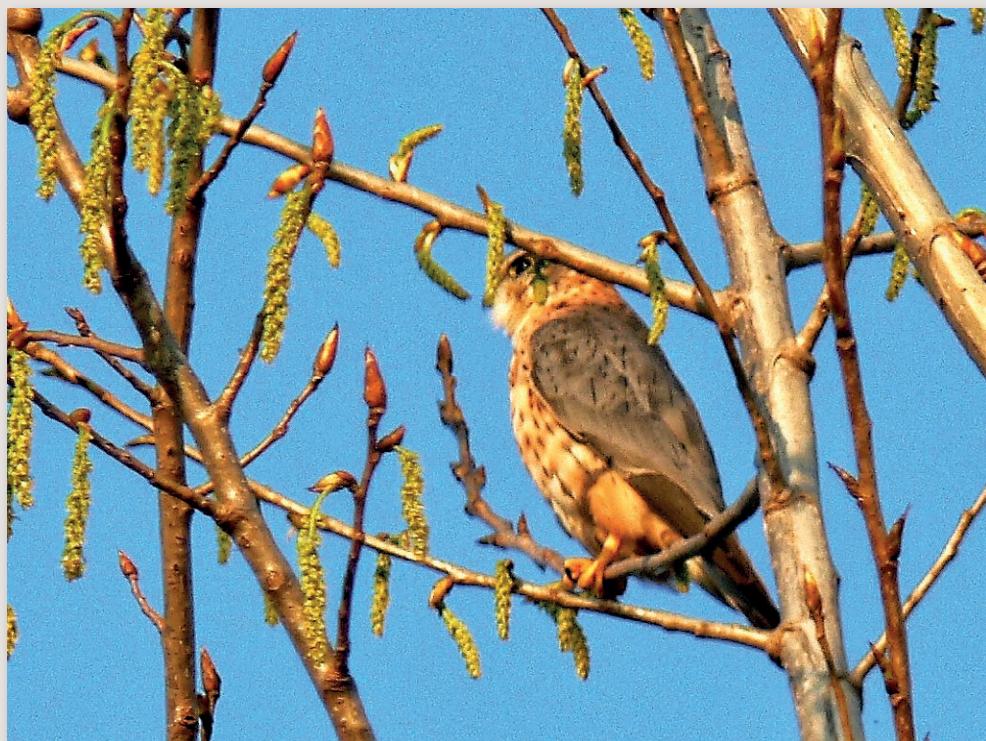
Dr. sc. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Opisano je devet podvrsta, na području Hrvatske susrećemo *F. c. aesalon* koji je rasprostranjen od sjeverne Europe do središnjeg Sibira. Najmanji je europski sokol. Naraste u dužinu 24–33 cm s rasponom krila 53–69 cm te ima 165 g (mužjak) do 230 g (ženka) težine pa ga po veličini tijela možemo usporediti s drozdom imelašom. Tamnije je boje od ostalih malih sokola. Mužjak na ledima, prednjem dijelu glave i tjemenu ima sivoplava pera prošarana sitnim crnim prugama. Trbuš mu je smeđkast s isprekidanim crnim uzdužnim prugama. Ženka je znatno krupnija i odozgo je smeđkasta. Rep kod mužjaka je sivoplav i završava širokom poprečnom crnkastom prugom, dok je kod ženki višestruko poprečno smeđe-crno prugast. Kod oba spola primarna letna pera na krilima su tamnije boje kod mužjaka crnkasta, a kod ženki tamno smeđa. Noge su žute s crnim pandama. U Europi gnijezdi se u sjevernom, zapadnom i istočnom dijelu. Naseljava otvorena područja s manjim šumarcima i pojedinačnim stablima. Gnijezdi od travnja do lipnja, većinom na tlu u zaklonu grmolike vegetacije. Rjeđe zaposjeda napuštena gnijezda vrana ili nezaposjednute duplje. Nese 3 - 5 (6) žućkastih jaja sa broj-

nim tamnim pjegama veličine oko 40 x 32 mm. Na jajima sjedi ženka 28 - 32 dana. Mlade ptiće u gnijezdu hrane oba roditelja do jednog mjeseca starosti. Hrani se manjim pticama do veličine zelene žune, rjeđe kukcima i manjim sisavcima. Plijen najčešće hvata u letu (ptice, kukci). Leti žustro, često nisko iznad tla, a može i treperiti pa se obrušava i na taj način najčešće lovi sitne sisavce. Selica je, zimuje u srednjoj i južnoj Europi, te u manjem broju i u sjevernoj Africi.

U Hrvatskoj pojedinačno ili u malom broju zabilježen je od listopada do travnja tijekom selidbe i zimovanja. Redovit je na zimovanju u priobalju (dolina Neretve, Krke i Mirne, te Konavosko, Kaštelsko, Sinjsko, Imotsko, Vransko i Petrovo polje (kod Drniša), Bokanačko blato, otoci Cres, Dugi otok...). U panonskom dijelu je malobrojan i neredovit, tek se posljednjih godina redovito opaža u istočnom dijelu (polja oko Kopačkog rita, okolica Čepina, Darde, Donjeg Miholjca, Iloka, Osijeka, Vukovara...). Ukupna zimujuća populacija u Hrvatskoj procijenjena je na 50-100 jedinki.

Mali sokol je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Mužjak malog sokola tijekom selidbe u ožujku na području koprivničke Podravine.

POPULARIZACIJA HRVATSKE FLORE

MUSIĆKI BRIJESTOVI – RIJETKI STARI PRIMJERCI NIZINSKOGA BRIJESTA (*Ulmus minor* Mill., *Ulmaceae* Mirb.) U HRVATSKOJ

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

(= *U. campestris* auct. non L., *U. campestris* var. *suberosa* / Moench/ Walenb., *U. carpinifolia* G. Suckow, *U. carpinifolia* Gled., *U. foliacea* Gilib., *U. foliacea* Gilile var. *suberosa* / Mch./ C. K. Schneid., *U. foliaceae* sensu Hayek, *U. germanica* R. Hartig, *U. glabra* Huds. var. *suberosa* / Moench/ Gürke, *U. glabra* Mill., *U. minor* var. *suberosa* / Moench/ Rehder, *U. nitens* Moench, *U. suberosa* Moench, *U. carpinifolia* Ruppius ex Suckow, *U. procera* Salisb.)

(= euroazijski brijest, poljski brijest, brist, bristovina, bries, briest, brest, brijest)

(= engl. Common Elm, Field Elm, European Field Elm; njem. Feld-Ulme, Feldulme, Gewöhnliche Ulme; fr. Orme Champêtre, Orme Rouge, Ormeau; tal. Olmo comune, Olmo campestre, Olmo gentile)

Nizinski je brijest rasprostranjen na području zapadne, srednje i južne Europe, Kavkaza, Male Azije sve do Irana. Najčešće se javlja na aluvijalnim staništima, gdje raste zajedno s vezom, poljskim jasenom, hrastom lužnjakom, klenom i dr. Čest je i u šumama kitnjaka i graba, a penje se i do brdskoga bukovog pojasa. Rasprostranjen je i u Sredozemlju, i to od vlažnih staništa uz rijeke, do vrlo suhih staništa u području šuma hrasta medunca. U nizinskom području stavlja velike zahtjeve u pogledu kvalitete tla, te najčešće raste na svježim, humusnim i dubljim tlima. Pripada euroazijskome flornom elementu.

Raste kao stablo do 40 m visine, ravnoga debla sa širokom i gustom krošnjom. Kora je pretežno uzdužno, duboko ispučala u četvrtaste i višeuglaste ljske, do 3 cm debela, tamnocrvene boje. Korijenov sustav je izrazito razvijen, u mladosti, do 15-te godine ima žilu srčanicu koja kasnije odumire, a zamjenjuje je brojno bočno korijenje. Pupovi su pokriveni tamnosmeđim, jednolično obojenim i oko 3 mm dugim ljskama. Plojke su smještene na 6-15 mm dugoj peteljci. Na bazi su asimetrične, 5-10(-13) cm duge i s (8)-12(-15) parova bočnih žila, od kojih se neke od njih viličasto dijele uz rub lista. Cvjetovi su dvospolni, brojni, u gustim čupercima na prošlogodišnjim izbojcima. Plod je bjelkastožuti, okriljeni, jednosjemeni oraščić, smješten ekscentrično u krilcu tj. u njegovom gornjem dijelu te dodiruje urez krilca na vrhu. Samo krilce je jajasto ili sr-

casto, 1,3-2,5 cm dugo i do 2 cm široko. Odmah nakon sazrijevanja otpadne sa stabla.

Nizinski je brijest fanerofit, listopadna, jednodomna, higromorfno-mezomorfna, ljekovita, medonosna, blastoautohorno-hidroepizoohorno-anemohorna, anemofilno-en-tomofilna, higrofilno-mezofilna i poluskiofilna vrsta. Doživi i preko 500 godina. Cvjeta u III. i IV. mjesecu, prije listanja. Sjemenka sazrijeva već u V. i VI. mjesecu. Razmnožava se sjemenkama i vegetativno, a klje epigeično. Nizinski brijest često strada od "nizozemske bolesti brijestova" koju izazivaju gljivice *Ophiostomma ulmi* (Buism.) Nanf. i *O. novo-ulmi* Brasier, te je on najugroženiji od svih brijestova.

Izuzetno je varijabilna vrsta s često puta široko shvaćenim nazivom vrste *U. minor* Mill. sensu latissimo. U istraživanjima Zebeca (2010) utvrđeno je, na osnovi nekih svojstava lista, da se često puta jasno razdvajaju kontinentalne od primorskih populacija, što bi mogao biti smjer za daljnja taksonomska istraživanja s uključivanjem većega broja drugih morfoloških svojstava. Ako bi i ta svojstva ukazivala na takvo razdvajanje, onda bi to navodilo na prisutnost dva jasno odvojena taksona (svojte, npr. podvrste). Naravno istraživanja bi trebalo proširiti na čitavo područje rasprostranjenosti. U literaturi se navodi var. *suberosa* (Moench) Rehder, koji ima na izbojcima uzdužna, krilata i plutasta rebra. Taj takson je vrlo sporan, jer se pluto javlja samo na oštećenim biljkama, i s obzirom na to ne može imati određeni taksonomski status. Također je iz literature u našoj flori zastupljena jedna kserofilna vrsta brijesta, čiji se areal proteže južnom i zapadnom Europom. To je *U. procera* Salisb. (= *U. campestris* Mill.). Plojke su joj asimetrične, ovalne ili široko eliptične, kožaste, oko 5-8 cm duge i 3,5-5 cm široke, s 12 pari bočnih žila. Peteljka je vrlo kratka, 4-6 mm duga i sitno dlakava. Taj je takson također vrlo upitan, a posebice na području Hrvatske. Također je i naziv *U. minor* Mill. upitan, jer ga neki autori osporavaju činjenicom da je Miller pod tim nazivom opisao brijest koji je bio napadnut nizozemskom bolešću, pa je zbog toga imao izrazito sitno lišće (naziv!), a što nije osobina nizinskoga brijesta. U hrvatskoj se flori navode još gorski brijest



Slika 1-4. Stara stabla nizinskoga briješta (*Ulmus minor* Mill.) u selu Musić.

(*U. glabra* Huds.) i vez (*U. laevis* Pall.), koji manje stradava od nizozemske bolesti od ostalih brijestova. Poznat je i križanac između poljskoga i gorskoga briješta, A to je tzv. nizozemski briješt (*U. × hollandica* Mill.) koji se i kod nas nalazi u parkovima, kao ukrasna vrsta.

Od stranih vrsta još se navodi i turkestanski briješt (*U. pumila* L., = *U. pinnato-ramosa* Dieck ex Koehne), koji je dosta zastupljen u raznim nasadima i otporan je na nizozemsku bolest.



Što su to musički brijestovi?

Musički brijestovi su u biti preostala dva stabla nizinskoga briješta, koja je posadio moj djed Jozo Franjić (1922-1992) još davne 1941. godine u svome dvorištu kao drvoređ od 10 stabala ($45^{\circ} 17' 16,17''$ S, $18^{\circ} 10' 06,50''$ I). Stabalca je prenio iz seoskoga pašnjaka Jaža (lokalitet Bogdanić dol) koji se nalazi istočno od sela Musić, na udaljenosti oko 2 km. Selo Musić je danas malo naselje s oko 50 stanovnika, a 1921. godine je imalo 591 stanovnika. Smješteno je na istočnim obroncima Dilja na nadmorskoj visini 150-250 m i udaljeno je od općinskoga središta Levanjske Varoši oko 3,5 km i od Đakova oko 25 km. Prepostavljam da su stabala bila u dobi do pet godina kad ih je on posadio, tako da preostala dva

stabla danas imaju oko 85 godina. Ostalih osam stabala se posušilo između 1970-1980. godine. Danas živuća stabla su izuzetno vitalna. Stablo 1 je visine 18,1 m i prsnoga promjera 59 cm, a stablo 2 je visine 16,5 m i prsnoga promjera 62 cm. Krošnja je dosta velika i nisko smještena na deblu, na oko 5 m. Oba stabla obilno plodonose svake godine i u okolnome području imaju mnogo potomaka. U zadnjih 40-ak godina mnogi su se njihovi potomci osušili u dobi od 10-20 godina. Ne postoji nigdje u okolici niti jedno stablo više od 10 m i prsnoga promjera većega od 10-15 cm, jer upravo u toj dobi i tih dimenzija budu napadnuti od nizozemske bolesti i u kratkome vremenu (1-2 godine) se osuše.

Općenito je sreća za sve naše brijestove da vrlo rano plodonose (prije nego ih napadne nizozemska bolest), pa tako i za nizinski brijest, pogotovo na osami (već u dobi od 10-ak godina). Upravo ta činjenica spašava nizinski, a i gorski brijest, da nisu gotovo u potpunosti nestali iz hrvatske flore.

Musički brijestovi su sasvim sigurno vrlo vrijedni primjeri koji zaslужuju veću znanstveno-istraživačku pozornost. Za sada ih je samo doc. dr. sc. Marko Zebec analizirao u svojoj disertaciji (Zebec 2010; Zebec i dr. 2014), a slikovno su prikazani u sveučilišnim udžbenicima Šumsko drveće i grmlje Hrvatske (Franjić i Škvorc 2010) i Šumsko drveće i grmlje Hrvatske (Novo izdanje; Franjić i Škvorc 2020).

Literatura

- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, 432 str. Zagreb.
- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2020: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske (Novo izdanje). Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, 516 str. Zagreb.
- Zebec, M., 2010: Morfologija i varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) u Hrvatskoj. Disertacija – Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet.
- Zebec, M., M. Idžočić, I. Poljak, 2014: Morfološka varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području kontinentalne Hrvatske. Šum. list, 138(11-12): 563-572.

MEĐUNARODNA GODINA BILJNOG ZDRAVSTVA

Ivo Aščić, dipl. ing.

Odlukom Generalne skupštine Ujedinjenih naroda, 2020. godina proglašena je Međunarodnom godinom biljnog zdravstva (engl. International Year of Plant Health, IYPH). S obzirom na veliko značenje biljnog zdravstva na različitim područjima poput proizvodnje zdrave hrane, bioraznolikosti, zaštite okoliša, šumarstva i sl., promocija UN-ove inicijative je od iznimne važnosti. IYPH je u izravnoj vezi s 15. ciljem UN-ovog održivog razvoja do 2030. godine: "Život na kopnu", kojemu je između ostalog cilj zaštitići, uspostaviti i promovirati održivo korištenje kopnenih ekosustava, održivo upravljati šumama i sprječiti uništavanje biološke raznolikosti. Procjena je da se godišnje

izgubi oko 13 milijuna hektara šuma, što je ekvivalent površine Grčke.

Vrlo učinkovit način skretanja nacionalne i regionalne te svjetske pozornosti na biljno zdravstvo je onaj putem poštanskih maraka. Da se radi o popularnom promidžbenom kanalu pokazuje i podatak kako je Organizacija za prehranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (engl. Food and Agriculture Organization, FAO) sa sjedištem u Rimu, koordinator Međunarodne godine biljnog zdravstva 2020., preko Svjetske poštanske unije (engl. The Universal Postal Union, UPU) poslala preporuku svim članicama (193 države) oko mogućnosti izdavanja poštanskih maraka na spomenuto



Slika 1. Središnja svečanost Međunarodne godine biljnog zdravstva izravno je povezano s Danom planeta Zemlja, 22. travnjem



Slika 2. Brojna stabla alepskoga bora na splitskom parku "Marijan" morala su biti uklonjena zbog napada, koje je prouzročio potkornjak



Slika 3. Ukaživanje pritiska na šume u vidu napada šumskih štetnika, jedan je od zadataka UN-ove Međunarodne godine biljnog zdravstva. Na marki Japanski pivac (Popillia japonica), uvezen iz Japana i dalekog istoka Rusije



Slika 4. Različitim načinima nastoji se skrenuti pozornost na podizanje razine svijesti javnosti i kreatora politika o važnosti i doprinosu biljnom zdravstvu



Slika 5. Ujedinjeni narodi procjenjuju da se godišnje izgubi 13 milijuna hektara šuma



Slika 6. I mala država Luksemburg, čiju površinu zemlje od čak 34,3% prekrivaju šume, promovira UN-ovu godinu biljnog zdravstva

temu. U trenutku pisanja članka (krajem ožujka 2020.) više je država podržalo ovaj način promocije, npr. Švicarska, Luxemburg, UN, Vatikan, Poljska, Moldavija i dr.

Zdravstvena ispravnost bilja je od iznimne važnosti za biljnu proizvodnju, šume, prirodu, prirodne ekosustave i biološku raznolikost, a sama proizvodnja bilja je i temelj prehrambenog lanca, bez čije proizvodnje ne bi bilo hrane niti za ljude niti za životinje. Ogroman niz štetnih organi-

zama i biljnih bolesti ugrožava proizvodnju hrane na globalnoj razini, utječe na produktivnost i biološku raznolikost šuma i divlju floru prirodnog okoliša.

O utjecaju šumskih nametnika na različita drveća pokazuju i primjer splitskog parka Marijan iz 2018. godine. Štete koje su nanijeli potkornjaci (Ipidae) su neprocjenjive: moralo se pristupiti uklanjanju stotina stabala alepskog bora (*Pinus halepensis*).

OKRUGLI STOL : STANDARDIZACIJA NOVIH ZANIMANJA U PODRUČJU URBANOG ŠUMARSTVA

Damir Dramalija, dipl. ing. šum.

U sklopu obilježavanja Međunarodnog dana šuma 2021. godine, Sekcija za urbano šumarstvo pri HŠD u suradnji sa Fakultetom šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, organizirala je dana 22. 03. 2021.g. u prostorijama Šumarskog doma HŠD okrugli stol na temu: "Standardizacija novih zanimanja u području urbanog šumarstva".

Okrugli stol bio je posvećen pokojnom kolegi Viktoru Lochertu (1940.-2020.) koji je značajno doprinijeo razvoju urbanog šumarstva u Hrvatskoj, posebno na povećanju i razmjeni znanja, kao i potrebi razvoja strukovnog obrazovanja iz različitih disciplina urbanog šumarstva od najnižih do najviših stručnih razina.

Uvodno predavanje za okrugli stol održao je doc. dr. sc. Vinko Paulić profesor arborikulture s Fakulteta šumarstva

i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. U svom predavanju, docent Paulić predstavio je projekt pod nazivom Modernizacija sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja, kojega je Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih provela u razdoblju od 2014. do 2020. sa partnerima, a koji je bio financiran iz Europskoga socijalnoga fonda u sklopu Operativnog programa Učinkoviti ljudski potencijali.



Ciljevi projekta bili su razvoj inovativnih i fleksibilnih sektorskih i strukovnih kurikulumu temeljenih na potrebama tržišta rada te jačanje kompetencija odgojno-obrazovnih radnika za uvođenje i provedbu kurikulumu. Projektom su se nastojali riješiti prioriteti i mјere definirani u Programu razvoja sustava strukovnog obrazovanja i osposobljavanja RH za razdoblje 2016.- 2020. te u Strategiji obrazovanja, znanosti i tehnologije RH.

Za sektor Šumarstvo, prerada i obrada drva u sklopu projekta su predložena dva nova strukovna zanimanja i to:

- a) tehničar/ka za urbano šumarstvo Hrvatskog kvalifikacijskog okvira (HKO) razina 4.2 - poslovoda na poslovima uređenja i održavanja zelenih površina u urbanim sredinama (gradska komunalna poduzeća, privatni poslodavci) i
- b) arborist/arboristica HKO razina 4.1 – radnik na poslovima održavanje drvenaste vegetacije u urbanim područjima, poput njege drvenaste vegetacije, orezivanje i oblikovanje stabala, sječa stabala na visini i sl.

Glavni razlozi zbog kojih je predložena izrada standarda za navedena strukovna zanimanja bili su nepostojanje mogućnosti formalnog obrazovanja na razini srednje stručne spreme u Hrvatskoj, kao i nemogućnost obrazovanja odraslih, dok u nekim zemljama EU i u svijetu već odavno postoje sustavi obrazovanja za ista zanimanja. Također, jedan od razloga uvođenja predloženih zanimanja je stanje stabala i drugog drvenastog zelenila u urbanim područjima u Hrvatskoj, koje ukazuje na potrebu njegovog stručnog održavanja, oblikovanja i njegovanja.

U panel raspravi koja je uslijedila nakon uvodnog predavanja sudjelovali su predstavnici relevantnih institucija i poduzeća koje imaju dodirnih točki s urbanim šumarstvom i koji su se odazvali pozivu na okrugli stol: Silvija Zec - predsjednica Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije i predsjednica sektorskog vijeća za šumarstvo idrvnu tehnologiju; Gordana Zvjerković - viša stručna savjetnica za šumarstvo, preradu i obradu drva u Agenciji za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih; prof.dr. Ivica Tikvić - Fakultet šumarstva idrvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu; Oliver Vlaić - predsjednik Hrvatskog šumarskog društva, Hrvatske šume d.o.o. i član sektorskog vijeća za šumarstvo idrvnu tehnologiju; Damir Delač - tajnik Hrvatskog šumarskog društva; Nikola Janjanin - Šumarska i drvodjelska škola Karlovac; Josip Perić - Zagrebački Holding Podružnica Zrinjevac, Branko Sitaš - Hrvatske šume d.o.o. i član sektorskog vijeća za šumarstvo idrvnu tehnologiju, Goran Huljenić - tvrtka Urbani šumari d.o.o. i Damir Dramalija - Hrvatske šume d.o.o. Zagreb i predsjednik Sekcije za urbano šumarstvo HŠD.

Nakon stručne i argumentirane rasprave sudionici okruglog stola su zaključili:

- da su tehničar urbanog šumarstva i arborist zanimanja koja treba razvijati u RH što prije, budući te poslove koje bi oni trebali obavljati sada izvode ljudi različitih struka (manje ili više uspješno) i koji često nemaju nikakvih dodirnih točaka s urbanim šumarstvom i arborikulturom, niti imaju temeljna znanja i kompetencije iz tog područja i

- da je potrebno što prije inicirati donošenje odgovarajućih zakonskih i podzakonskih akata kako bi se uredio taj formalno nedefiniran dio šumarske struke, odnosno kako bi se nedvosmisleno utvrdilo tko i pod kojim uvjetima može obavljati radove iz djelatnosti urbanog šumarstva.

Na kraju se organizator okruglog stola zahvaljuje svim sudionicima koji su svojim sudjelovanjem potvrdili opravdanost daljeg razvoja urbanog šumarstva u Hrvatskoj kao posebne grane šumarstva, koje se kroz dugi i bogatu povijest šumarstva u Hrvatskoj oduvijek bavilo održavanjem i njegovim urbanim i perurbanim šuma, kao i urbanim šumskim drvećem i ostalim urbanim drvenastim zelenilom na stručan način, samo pod drugim imenom. Sve to prepoznaje i EU komisija koja kroz *Strategiju razvoja zelene infrastrukture* potiče i financira povezivanje prirodnih i umjetnih zelenih površina u jedinstvenu mrežu u urbanim i perurbanim područjima s ciljem povećanja usluga ekosustava. Uz pojavu tih novih pristupa u upravljanju urbanim zelenilom u EU gdje se razvijaju i druge stručne discipline koje se bave urbanim zelenilom, kao što su krajobrazna arhitektura i uređenje krajobraza, potrebno je razvijati i stručna zanimanja u području urbanog šumarstva, kako bi se na što bolji način podizalo, obnavljalo, održavalo i njegovalo urbano drvenasto zelenilo u Hrvatskoj po uzoru na razvijene zemlje EU i svijeta. Pri tome se ne isključuje suradnja sa svim ostalim stručnjacima na razvoju integriranog planiranja i upravljanja zelenim urbanim površinama u okvirima njihovih nadležnosti i kompetencija.



NOVI DOKTORI ZNANOSTI

DR. SC. BORIS MIKLIĆ

Akademik Igor Anić

Dr. sc. Boris Miklić, mag. ing. silv., obranio je 11. veljače 2021. godine doktorski rad pod naslovom Šumskouzgojne značajke starih sastojina crnog bora (*Pinus nigra* J. F. Arnold) u Hrvatskom primorju. Time je stekao akademski stupanj doktora znanosti iz područja biotehničkih znanosti, znanstvenog polja šumarstvo, znanstvene grane ekologija i uzgajanje šuma. Obrana doktorskog rada održana je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu doc. dr. sc. Stjepan Mikac (predsjednik), akademik prof. dr. sc. Igor Anić (mentor, član), doc. dr. sc. Sanja Perić (član).

Životopis

Dr. sc. Boris Miklić rođen je 13. studenog 1974. godine u Rijeci. Osnovnu školu završio je u Crikvenici, a Gimnaziju Andrije Mohorovičića u Rijeci. Godine 1993. upisao je Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je 1998. iz Uzgajanja šuma kod mentora akademika Slavka Matića. Od 1. lipnja 1998. godine zaposlen je u tvrtki Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Senj. Karijeru je započeo u Šumariji Novi Vinodolski kao pripravnik. Potom je obnašao dužnost samostalnog taksatora u Odjelu za uređivanje šuma u Senju. Od 2004. godine upravitelj je Šumarije Crikvenica. Poslijediplomski doktorski studij iz područja Uzgajanja šuma upisao je 2012. godine. Tijekom poslijediplomskog doktorskog studija objavio je nekoliko znanstvenih radova te sudjelovao na međunarodnom i domaćim znanstvenim skupovima. Suradivao je na znanstvenom projektu Utjecaj klimatskih promjena na stabilnost nizinskih šumskih ekosustava. Član je Hrvatskog šumarskog društva – ogrank Senj, Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatskog lovačkog saveza te Izvršnog odbora lovačkog saveza Primorsko-goranske županije. Predsjednik je lovačkog društva Medviđak – Drivenik. Ovlašteni je inženjer Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije za područja šumarstva i lovstva te ovlašteni predavač i ispitičač Hrvatskog lovačkog saveza za područje Gospodarenje lovištima.

Sažetak

Istraživanje je obuhvatilo sastojine crnog bora starije od 80 godina na području Hrvatskog primorja, od Rijeke do Kar-



lobaga. Sastojine su razlučene prema tri kriterija: fitogeografskom položaju (submediteranska vegetacijska zona, epimediteranska vegetacijska zona), postanku (prirodne sastojine, šumske kulture) i uvjetima osvjetljenja (potpuni sklop, prekinuti sklop, sastojinski rub). Prirodne sastojine su nastale prirodnim pomlađivanjem. Šumske kulture su nastale krajem 19. i početkom 20. stoljeća pošumljavanjem neobraslih šumskih zemljišta i popunjavanjem neobraslih dijelova zaštićenih degradiranih sastojina (branjevina), u organizaciji Carskog-Kraljevskog namjesništva za pošumljenje krša krajiskog područja.

Ciljevi istraživanja bili su u tim sastojinama utvrditi: 1) strukturu, vitalitet i silvidinamiku, 2) ekološke prilike, 3) strukturu podrasta, 4) strukturu, kakvoću i razvoj pomlatka, 5) utjecaj svjetla na strukturu i razvoj pomlatka, 6) način obnove. Istraživanje je obavljeno na 39 pokusnih ploha. Sredinom svake pokusne plohe postavljen je transekt i 6 – 18 manjih plohica. Na plohama je istraživana struktura sastojina. Na transektilima je istraživana struktura podrasta. Na plohicama je istraživana struktura pomlatka.

Rezultati istraživanja potvrdili su postavljene hipoteze: crni bor je vrsta drveća pogodna za pošumljavanje s obzirom na ekološke uvjete područja istraživanja; crni bor osigurava progresivnu silvidinamiku; stare sastojine imaju prijelazni silvidinamički karakter; svjetlosne prilike u sastojini značajno utječu na gustoću i razvoj pomlatka klimatogene vrste drveća; prirodna obnova sastojina može se ostvariti pod

zastorom krošanja starih stabala, pri čemu se to odnosi na konačnu vrstu drveća i njezine pratilice.

Rezultati istraživanja upućuju na tri pristupa uzbajanju istraživanih šuma crnog bora. Na ekstremno lošim staništima, na kojima nema znakova progresije, treba podržavati sastojine crnoga bora kao stadij pionirske šume. Takve su sastojine obično zaštitnog karaktera. U njima je provedba šumskouzgojnih radova danas obično onemogućena zakonskim odredbama. Ako se radi o sastojinama gospodarske namjene, treba ih redovito njegovati, a obnovu obaviti crnim borom, najbolje u kratkom pomladnom razdoblju, metodom oplodnih sjeća u dva sijeka (naplodni sijek, dovršni sijek). Na povoljnijim staništima, na kojima su ustanovljeni znakovi progresije, šumskouzgojnim radovima njege treba podržavati mješovitu strukturu sastojina kao stadij prijelazne šume. Nakon isteka ophodnje treba obaviti prevodenje sastojine crnog bora u sastojinu hrasta medunca s pratilicama, prirodnim pomlađivanjem koje uključuje dio bjelogoričnog podrasta, a po potrebi umjetnim pomlađivanjem hrasta medunca. Na najpovoljnijim staništima stare sastojine crnog bora treba prevoditi u sastojine hrasta medunca i pratilica kao stadij konačne šume. To se može obaviti metodom oplodnih sjeća na malim površinama, u obliku krugova ili pruga, ovisno o konfiguraciji terena i pojavi prirodnog pomlatka. Obnova sastojina treba ići u smjeru stvaranja mješovitih sastojina hrasta medunca, crnog graba i crnog jasena u epimediteranskoj vegetacijskoj zoni, odnosno hrasta medunca, bjelograbića i crnog jasena u submediteranskoj vegetacijskoj zoni.

Doktorski rad Borisa Miklića je prvo sveobuhvatno šumskouzgojno istraživanje starih sastojina crnoga bora na cje-

lovitom području Hrvatskog primorja, nakon njihova postanka prirodnim pomlađivanjem i pošumljavanjem. Istraživanje je opsežno, jer je obuhvatilo brojne varijable na velikom uzorku pokusnih ploha i podploha, koje su postavljene na prostranom krškom području Hrvatskog primorja u dvije vegetacijske zone. Istraživanje je potvrdilo znanstvene spoznaje o važnosti crnog bora kao temeljne pionirske i meliorativne vrste drveća u epimediteranskoj i submediteranskoj vegetacijskoj zoni. Donijelo je nove znanstvene spoznaje o strukturi, dinamici i šumskouzgojnim značajkama prirodnih šuma i šumske kulture crnoga bora. Temeljem kvantitativne i kvalitativne strukture prirodno nastalog podrasta i pomlatka, utvrđena je prijelazna silvidinamička struktura sastojina. Analizirane su svjetlosne prilike u različitim uvjetima sklopa na temelju kojih je definirana metodika šumskouzgojnih zahvata prevođenja. Posebna vrijednost doktorskog rada je u činjenici kako su na temelju novih znanstvenih spoznaja obrazložene svrha, ciljevi i metodika budućeg šumskouzgojnog pristupa istraživanom šumskom kompleksu.

Doktorski rad je napisan na 266 stranica. Uključuje 23 tablice, 77 slika, 282 navoda citirane literature i priloge. Prilog A sadrži 39 tablica u kojima su prikazane strukture sastojina po pokusnim ploham, vrstama drveća, debljinskim razredima, etažama, broju stabala, temeljnici i volumenu). Prilog B sadrži 39 tablica u kojima su prikazane strukture pomlatka po plohicama unutar svake plohe, po vrstama drveća i visinskim klasama. Prilog C sadrži ukupno 78 grafikona, koji za svaku plohu prikazuju izjednačene distribucije visina i volumena po prsnim promjerima, za crni bora te za hrast medunac i ostalu tvrdu bjelogoricu. Prilog D sadrži 24 fotografije karakterističnih lokaliteta istraživanja.

ZAPISNIK

1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HRVATSKOG ŠUMARSKOG DRUŠTVA (HŠD-a) 2021. GODINE

Mr. sc. Damir Delač

1. Elektronička sjednica Upravnog odbora HŠD-a 2021. godine održana je od 22. veljače u 7,00 sati do 23. veljače u 24,00 sata.

Nazočni: Akademik Igor Anić, Emil Balint, dipl. ing., mr. sc. Boris Belamarić, prof. dr. sc. Ružica Lučić Beljo, Mario Bošnjak, dipl. ing., Goran Bukovac, dipl. ing., Daniela Cetinjanin, dipl. ing., mr. spec. Mandica Dasović, mr. sc. Josip Dundović, Goran Gobac, dipl. ing., mr. sc. Ivan Grginčić, Marina Juratović, dipl. ing., mr. sc. Petar Jurjević, Ivan Krajačić, dipl. ing., Čedomir Križmanić, dipl. ing., Darko Mikičić, dipl. ing., Damir Miškulin, dipl. ing., Damir Nuić, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., dr. sc. Sanja Perić, Zoran Šarac, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, Davor Topolnjak, mr. sc. Goran Videc, Oliver Vlainić, dipl. ing., doc. dr. sc. Dinko Vusić, Silvija Zec, dipl. ing., Dražen Zvirotić, dipl. ing.

Ispričani: prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Josip Margaletić, akademik Slavko Matić, Krasnodar Sabljić, dipl. ing., Ante Taraš, dipl. ing.

Dnevni red

Ad 1.

1. Usvajanje Financijskog izvješća – izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2020. godine.
3. Usvajanje Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a ostvarenog u 2020. godini.
4. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.

U privitku su članovima Upravnog odbora HŠD-a poslati sljedeći materijali:

- Izvješće o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
- Obrazloženje izvješća izvršenja finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
- Izvješće Povjerenstva za popis imovine na dan 31. 12. 2020. godine.
- Prijedlog Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a ostvarenog 2020. godine.
- Izvješće Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.

Tajnik
Hrvatskog šumarskog društva:

mr. sc. Damir Delač

Kako je od ukupno 34 člana Upravnog odbora glasanju načinilo njih 29 utvrđen je kvorum.

Ad 2.

Rezultati glasanja su sljedeći:

1. Usvajanje Financijskog izvješća – izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
ZA-29, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2020. godine.
ZA-29, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
3. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a ostvarenog u 2020. godini.
ZA-29, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
4. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.
ZA-29, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasanja zaključujemo da su sva predložena Izvješća i Odluke jednoglasno usvojeni.

Pojedinačni rezultati glasanja 1. Elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2021. godine nalaze se u prilogu.

Broj: 111/2021

Zagreb, 24. veljače 2021.

Predsjednik
Hrvatskog šumarskog društva:

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

ZAPISNIK

1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE SKUPŠTINE HRVATSKOG ŠUMARSKOG DRUŠTVA (HŠD-a) 2021. GODINE

Mr. sc. Damir Delač

1. Elektronička sjednica Skupštine Hrvatskoga šumarskoga društva 2021. godine održana je od 24. veljače u 7,⁰⁰ sati do 26. veljače u 24,⁰⁰ sata.

sa slijedećim

Dnevnim redom

Ad 1.

1. Usvajanje Financijskog izvješća – izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
1. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2020. godine.
1. Usvajanje Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a ostvarenog u 2020. godini.
1. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.

Ad 2.

- U privitku Poziva delegatima su poslani sljedeći materijali:
- Izvješće o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
- Obrazloženje izvješća izvršenja finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
- Izvješće Povjerenstva za popis imovine na dan 31. 12. 2020. godine.
- Prijedlog Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a ostvarenog 2020. godine.
- Izvješće Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.

Tajnik
Hrvatskog šumarskog društva:

mr. sc. Damir Delač

Od 93 delegata Skupštine HŠD-a u radu Skupštine sudjelovalo je njih 73, čime je ostvaren kvorum.

Ad 3.

Rezultati glasanja su sljedeći:

1. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana HŠD-a za 2020. godinu.
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
2. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine HŠD-a na dan 31. 12. 2020. godine.
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
3. Usvajanje prijedloga Odluke o pokriću manjka prihoda HŠD-a 2020. godine.
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
4. Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora HŠD-a za 2020. godinu.
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasanja, zaključujemo da su sva Izvješća i Odluke jednoglasno usvojeni.

Pojedinačni rezultati glasanja 1. Elektroničke sjednice Skupštine HŠD-a 2021. godine nalaze se u prilogu.

Ur. broj: 111/1

Zagreb, 1. ožujka 2021.

Predsjednik
Hrvatskog šumarskog društva:

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

In memoriam Akademik prof. emeritus dr. sc. dr. h. c. Slavko Matić (20. siječanj 1938. – 30. ožujak 2021.)

*Prof. dr. sc. Igor Anić
Prof. dr. sc. Milan Oršanić*

U utorak, 6. travnja 2021. godine, na zagrebačkom groblju Mirogoj oprostili smo se od akademika prof. emeritusa dr. sc. dr. h. c. Slavka Matića. Zbog epidemioloških mjera ispraćen je tiho i skromno, u krugu obitelji i njegovih dugogodišnjih asistenata na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Ipak, u pjesmama Zvona moga grada i Oj ti vilo, vilo Velebita, mogla se osjetiti nazočnost duhom i mislima njegovih kolega akademika, dekana zagrebačkih fakulteta, sveučilišnih profesora, studenata, a posebice tisuća šumara, prijatelja i štovatelja iz čitave Hrvatske.

Životni put akademika Slavka Matića počeo je 20. siječnja 1938. godine u Livnu. Međutim, uvijek je isticao kako je grad Knin njegov pravi dom. U Kninu je njegova kuća, tamo su rođeni, živjeli i počivaju njegovi roditelji, majka Ana r. Krpan i otac Mate, u Kninu je završio pučku školu i gimnaziju. Kninu se uvijek s radošću vraćao, redovito nakon 5. kolovoza 1995. godine, u prigodi proslave Dana pobjede i domovinske zahvalnosti i Dana hrvatskih branitelja.

Diplomirao je 1962. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godinu dana poslije počela je njegova sveučilišna karijera koja je trajala čitav život. Odazvao se pozivu njegovih prethodnika, akademika Milana Anića i prof. dr. sc. Ive Dekanića, te postao asistent na predmetu Uzgajanje šuma. Godine 1972. stekao je zvanje magistra znanosti, obranivši znanstveni magistarski rad Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojine u šumama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum Horv.*). Prirodnim pomlađivanjem prebornih šuma nastavio se baviti i u doktorskome radu. Doktorirao je 1980. godine obranivši temu Utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskem kotaru.

Za redovitog profesora prvi je puta izabran 1986. godine kada je preuzeo nastavu iz predmeta Uzgajanje šuma. Studentima drvene tehnologije predavao je predmet Osnove šumarstva. Godine 1997. stekao je trajno zvanje redovitog sveučilišnog profesora, a 2004. zvanje profesora emeritusa. Njegovi studenti pamtit će ga po ozbiljnosti na predavanjima, vježbama i na terenskoj nastavi, ali i po opuštenosti kojom je osvajao njihova srca pri povratku s terenske nastave autobusom u Zagreb. Na poslijediplomskoj nastavi vodio je znanstveni studij Uzgajanje šuma i specijalističke



studije Uzgajanje prirodnih sastojina i Rasadničarska proizvodnja i šumske kulture. Pod njegovim mentorstvom diplomiralo je približno 300 studenata šumarstva, zvanje magistra znanosti steklo je 26 magistranata, a zvanje doktora znanosti 7 doktoranada.

Akademik Slavko Matić među najzaslužnijima je za pozicioniranje Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na prijelazu tisućljeća kao stožerne šumarske znanstveno-nastavne institucije. Bio je dekan fakulteta u dva teška mandata tijekom Domovinskog rata (1992., 1994. – 1996.) i prodekan u tri mandata (1982. – 1984., 1984. – 1986., 1992. – 1994.). Kao dugogodišnjeg predstojnika Zavoda za uzgajanje šuma (1997. – 2003.) pamtit će ga po promicanju zajedništva u svim aspektima djelovanja Zavoda, posebice u provedbi znanstvenih projekata gdje je zagovarao multidisciplinarni pristup rješavanju šumskouzgojnih problema, zatim nastupima na znanstvenim skupovima i zavodskim terenskim ekskurzijama. Punih 17 godina (1986. – 2003.) bio je predsjednik Odbora za šume Šumarskoga fakulteta koji neposredno upravlja sa svih pet nastavno-pokusnih šumske objekata. Istodobno, bio je upravitelj najstarijeg od njih, Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb. Zaslužan je i za uspostavu Nastavno-pokusnog šumskog objekta na otoku Rabu 1975. godine. Vodio je izgradnju nove zgrade Šumarskog odsjeka, za koju je kao dekan Šumarskog fakulteta postavio kamen temeljac 1996. godine.

Područje znanstvenoga rada akademika Slavka Matića je uzgajanje šuma – temeljna disciplina šumarstva koju je

ovako definirao: „uzgajanje šuma je znanost čija je zadaća u svakom šumskom ekosustavu pronaći i izvesti takve šumskouzgojne postupke koji će omogućiti njegovu trajnu i maksimalnu stabilnost, vitalitet, kakvoću, proizvodnju i prirodnu obnovu”. U toj rečenici sadržan je njegov cjelokupni znanstveni opus.

Bio je veliki zagovornik prirodnog uzgajanja šuma i najveći promotor zagrebačke škole uzgajanja šuma. Njegov doprinos razvoju potrajnog i prirodnog gospodarenja šumama u Hrvatskoj je nemjerljiv. Afirmirao je u hrvatskom šumarstvu opredjeljenje za prirodno pomlađivanje i prirodnu strukturu sastojine te prirodne, raznolike i stabilne šume. U skladu s tim učio je uzgajanju šuma generacije studenata šumarstva i objavio brojne znanstvene rade u kojima je, između ostaloga, dokazao ovisnost prirodnog pomlađivanja preborne sastojine o stanišnim i strukturnim prilikama, na izvorni način definirao intenzitet prorjeda i metodu prorjeda za naše prirodne sastojine, sistematizirao i opisao uzgojne postupke u različitim šumskim sastojinama, predložio novi pristup gospodarenju panjačama i ritkskim šumama, definirao ulogu pionirskih vrsta drveća kod povratka klimatogenih vrsta drveća na degradirana staništa, istražio prirodno pomlađivanje brojnih šumskih sastojina u Hrvatskoj, posebice sastojina hrasta lužnjaka u različitim stanišnim uvjetima, ustanovio optimalni broj biljaka i količinu sjemena za prirodnu i umjetnu obnovu te za pošumljavanje, dao prijedlog o uzgajanju kontejnerskih sadnica hrastova s posebnim naglaskom na vrstu kontejnera, supstrat i vrijeme sadnje te predstavio rješenje za izlučivanje sjemenskih sastojina i sjemenarsku politiku glavnih vrsta drveća.

Rezultati njegovih istraživanja našli su neposrednu primjenu u šumarskoj praksi. Neki su ugrađeni u zakonske i podzakonske akte o šumama Republike Hrvatske, primjerice, originalna formula za intenzitet prorjeda, metodika njege i obnove šumskih sastojina te broj biljaka i količina sjemena za umjetnu obnovu i pošumljavanje. Svaki program gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj sadrži rečenice iz radova akademika Slavka Matića. Brojnim uzgojnim preporukama neposredno je utjecao na formiranje današnje generacije prirodnih šuma Republike Hrvatske. U našim je šumama ostalo vrlo malo lokaliteta koje nije posjetio i za koje nije dao preporuke o uzgojnom postupanju. Vodio je brojne znanstvene i stručne projekte, uvijek s konačnim ciljem povećanja stabilnosti, raznolikosti, vitaliteta, kakvoće, proizvodnje i sposobnosti sastojine za prirodnu obnovu.

Bio je ponajbolji poznavatelj hrvatskih šuma i šumarstva. Odlikovao se istančanim osjećajem za predviđanje njihova razvoja u različitim ekološkim, društvenim i gospodarskim izazovima. Objavljena izlaganja, znanstveni i stručni radovi koji se odnose na tu problematiku ostaju nam kao putokazi. Neponovljivom uvjерljivošću i jednostavnošću u izlaganju, uvijek snagom argumenata, zastupao je interes šumarstva

i šume kao „najsloženijeg ekosustava na svijetu”. Bio je poznat po oštroj i dobronamjernoj kritici, ali i po spremnosti za pomoć uvijek i svugdje. Uporno je zagovarao i promicao jedinstvo šumarske politike, znanosti, obrazovanja i struke. To jedinstvo uspio je u svojoj karijeri ostvariti. Ono obilježava zlatno, Matičevu dobu hrvatskog šumarstva.

Razvijao je suradnju s brojnim šumarskim znanstvenim institucijama. Posebice je zaslužan za razvoj prijateljskih veza sa šumarskim fakultetima u Brnu i Zvolenu koje traju do danas, a koje je započeo 60-tih godina prošloga stoljeća kada je kao asistent boravio na tim institucijama. Zbog toga su mu dodijeljena počasna zvanja *doktor honoris causa* na Mendelovom poljoprivredno-šumarskom Sveučilištu u Brnu (2000.) i na Tehničkom sveučilištu u Zvolenu (2003.). Bio je član međunarodnog uredništva znanstvene monografije o poplavnim šumama Europe, predstavnik Hrvatske u upravnim odborima međunarodne asocijacije šumarskih znanstvenih institucija (IUFRO) i Europskog šumarskog instituta (EFI). Povjerena mu je organizacija svjetskog IUFRO kongresa o hrastovima 2000. godine u Zagrebu (OAK 2000). Bio je sudionik brojnih znanstvenih skupova. Profesori uzgajanja šuma europskih sveučilišta i danas ga pamte po nezaboravnoj ekskurziji koju je za njih organizirao u šumama Hrvatske 2004. godine.

Za redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti izabran je 2004. godine. Smrt ga je zatekla kao člana Predsjedništva HAZU, predsjednika Znanstvenog vijeća vijeća za poljoprivredu i šumarstvo HAZU i voditelja Centra za znanstveni rad u Vinkovcima.

Jedan je od utemeljitelja i prvi predsjednik Akademije šumarskih znanosti. Od pet znanstvenih monografija u izdanju Akademije, kao glavni urednik vodio je izradu tri monografije: Obična bukva (*Fagus sylvatica L.*) u Hrvatskoj (2003.), Park-sume grada Zagreba (2010.) i Šume hrvatskog Sredozemlja (2011.).

Šumarsima Hrvatske ostat će u sjećanju kao nezaboravni predsjednik krovne strukovne udruge, Hrvatskog šumarskog društva (1993. – 2006.). Bio je istinski zaljubljenik u Hrvatsko šumarsko društvo u koje je uvijek rado dolazio i u kojemu je djelovao do posljednjih dana života. Posljednji rođendan, u siječnju 2021. godine, proslavio je u Hrvatskom šumarskom domu. Dugi niz godina bio je član hrvatske reprezentacije u međunarodnim šumarskim skijaškim natjecanjima EFNS i Alpe Adria. U 81. godini života bio najstariji sudionik natjecanja Alpe Adria, u disciplini veleslalom.

Akademik Slavko Matić bio je zaljubljenik u lovstvo, uzor lovac i član lovačke udruge Šumarskog fakulteta Fran Ž. Kesterčanek. Bio je uvaženi član Kluba dekana – udruge dekana hrvatskih sveučilišta i Bratovštine hrvatskih vinskih vitezova.

Odlukom prvog Predsjednika Republike Hrvatske, dr. Franje Tuđmana, 1996. je odlikovan Redom Danice Hrvatske

s likom Ruđera Boškovića za osobite zasluge u znanosti i Redom Danice Hrvatske s likom Blaža Lorkovića, za osobite zasluge u gospodarstvu. Sabor Republike Hrvatske dodijelio mu je 2004. godine Državnu nagradu za znanost, za životno djelo. Vukovarsko-srijemska županija dodijelila mu je 2014. godine Nagradu za životno djelo, za iznimani doprinos na afirmaciji šumarstva u županiji. Iste godine Grad Vinkovci dodijelio mu je Zlatnu plaketu Grb Grada Vinkovaca u prigodi 10. obljetnice vođenja Centra za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima, popularizaciju Vinkovaca na području znanosti, gospodarske šumarske djelatnosti te očuvanja i zaštite okoliša.

Odlazak akademika Slavka Matića nenadoknadiv je gubitak za njegovu obitelj, sina Hrvoja i kćer Mirtu. Unuci Iva, Frane i Niko mogu se ponositi svojim djedom. Hrvatsko šumarstvo izgubilo je velikana, nezaboravnog profesora, briljantnog znanstvenika, neponovljivog šumara, istinskog prirodoslovca i domoljuba. Mi, njegovi „zmajevi”, nikada nećemo zaboraviti našeg učitelja. Biti njegov asistent bila je sreća i povlastica.

Odlaskom akademika Slavka Matića završava veliko povijesno razdoblje hrvatskog šumarstva. Njegovo ime ostat će trajno upisano zlatnim slovima u hrvatsku šumarsku povjesnicu.

Zbogom poštovani akademici, dragi naš profesore.
Neka Ti je laka hrvatska gruda.
Počivao u miru Božjem.

Izbor iz bibliografije i uredničkih knjiga akademika Slavka Matića

- Matić, S., 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Posavini. U: J. Kovačević, Z. Racz (ur.), Zbornik radova Savjetovanje o Posavini, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 343–346.
- Matić, S., Đ. Rauš, 1974: Prilog poznавању fitocenoloških i gospodarskih odnosa šuma hrasta kitnjaka na Kalniku. Šumarski list, 98(7–9): 299–323.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar – studija ekološko-uzgojnih osobina. Šumsko gospodarstvo Josip Kozarac, Nova gradiška, 131 str.
- Rauš, Đ., S. Matić, 1980: Ritske šume. Šumarska enciklopedija, svezak III, Zagreb, str. 155–159.
- Matić, S., B. Prpić, 1983: Pošumljavanje. Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Zagreb, 79 str.
- Matić, S., 1983: Utjecaj ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom kotaru. Glasnik za šumske pokuse, 21: 223–400.
- Matić, S., 1986: Šumske kulture alepskog bora i njihova uloga u šumarstvu Mediterana. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 2, 125–145.
- Matić, S., 1987: Gospodarski zahvati u panjačama kao mjeru povećanja produktivnosti i stabilnosti šuma. Šumarski list, 111(3–4): 143–148.
- Matić, S., 1987: Gospodarenje i namjena rapskih šuma u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Rapski zbornik, str. 99–109.
- Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 2: 67–77.
- Matić, S., 1989: Uzgojni radovi u prirodnim sastojinama i mogućnost njihovog normiranja. Šumarski list, 113(1–2): 39–53.
- Matić, S., 1989: Intenzitet proredje i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 25: 261–278.
- Matić, S., 1990: Šume i šumarstvo Hrvatske – jučer, danas, sutra. Glasnik za šumske pokuse, 26: 35–56.
- Matić, S., Đ. Rauš, 1990: Vegetacijska i uzgojna istraživanja u GJ Vukovarske dunavske ade, PJ Šumarije Vukovar. Šumarski list, 114(1–2): 5–44.
- Matić, S., 1991: Revirni sustav u šumarstvu Hrvatske kao osnovni preduvjet povećanja ekoloških, socijalnih i sirovinskih funkcija šuma. Šumarski list, 115(6–7): 345–349.
- Matić, S., 1991: Njega šuma proredom. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Uprava šuma Koprivnica, Zagreb – Koprivnica, 45 str.
- Matić, S., J. Skenderović, 1992: Uzgajanje šuma. Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Zagreb, str. 81–97.
- Matić, S., 1992: Šumsko sjemenjarstvo. Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Zagreb, str. 97–101.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994: Obnova šuma hrasta lužnjaka u Šumskom gospodarstvu Sisak. Glasnik za šumske pokuse, 30: 299–336.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sje-mena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šumarski list, 118(3–4): 71–79.
- Matić, S., 1995: Šumarstvo hrvatske kao aktivni sudionik pri osnivanju i razvoju modernog hrvatskog sveučilišta u Zagrebu. Šumarski list, 119(9–10): 287–292.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Neke karakteristike i problemi prebornih šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Šumarski list, 120(3–4): 91–99.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Istraživanja obnove i njege šuma na području pokupskog bazena. Radovi Šum. inst., Jastrebarsko, 31(1–2): 111–124.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Bukove šume Hrvatske i njihovo mjesto u kompleksu šuma središnje i jugoistočne Europe. U: Mayer, B. (ur.), Zbornik radova Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, str. 113–124.
- Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Vinkovci – Zagreb, str. 167–212.
- Matić, S., N. Komlenović, S. Orlić, M. Oršanić, 1996: Rasadnička proizvodnja hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Vinkovci – Zagreb, str. 159–166.
- Matić, S., S. Orlić, M. Harapin, 1996: Sjeme hrasta lužnjaka kao temeljni uvjet nastanka i opstanka lužnjakovih šuma. Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Vinkovci – Zagreb, str. 145–157.
- Matić, S., B. Prpić, 1997: Program njege, obnove i održavanja, te ekološke i socijalne funkcije park-šuma na području grada Zagreba. Šumarski list 121(5–6): 225–242.

- Matić, S. (gl. ur.): Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatskoj 1898.–1998., knjiga 2: Sto godina sveučilišne šumarske nastave u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 709 str.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1998: Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava. U: M. Maceljski (ur.), Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 239–250.
- Matić, S., 2000: Oak forests (*Quercus* sp.) in Croatia. Glasnik za šumske pokuse, 37: 1–14.
- Matić, S., 2000: Managing forests of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in different structural and site conditions in Croatia. U: J. Kulhavy, M. Hrib, E. Klamo (eds.), Management of floodplain forests in Southern Moravia, Židlochovice, p. 55–65.
- Matić, S., 2001: Prof. dr. sc. Josip Balen – povodom 110. obljetnice njegova rođenja. Senjski zbornik, 28: 337–348.
- Matić, S., M. Oršanić, S. Orlić, I. Anić, 2001: Sjemenarstvo, rasadnička proizvodnja i šumske kulture obične jele (*Abies alba* Mill.). U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 375–406.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2001: Uzgojni postupci u prebornim šumama. U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 407–460.
- Matić, S., I. Anić, B. Prpić, M. Oršanić, 2001: Uzgojni postupci u jelovim šumama oštećenima propadanjem. U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 461–478.
- Matić, S., J. Vukelić, 2001: Speierling (*Sorbus domestica* L.) und Elsbeere (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) in den Waeldern Kroatiens. Corminaria, 16: 31–33.
- Matić, S., 2003: Neki problemi koji opterećuju hrvatsko šumarstvo u današnjim gospodarskim, društvenim i ekološkim uvjetima. Šumarski list, 117(5–6): 211–216.
- Matić, S. (gl. ur.), 2003: Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 855 str.
- Matić, S., 2003: Šumarstvo u društvenom ozračju danas i 1878. godine. Šumarski list, pos. izd., 127: 111–122.
- Matić, S., 2004: Održivi razvoj hrvatskih šuma ugrožen je zbog nepoštivanja Ustava i Zakona o šumama Republike Hrvatske. U: M. Maceljski (ur.), Alternativna biljna proizvodnja u strukturnim promjenama hrvatske poljoprivrede, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Zagreb, str. 82–84.
- Matić, S., D. Jelčić, A. Bilić (ur.), 2005: Zaboravljeni pisac i zapostavljeni svetac, Studije o Mladenu Barbariću i svetom Ivanu Kapistranu. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, posebno izdanje XII, Zagreb – Vinkovci, 199 str.
- Anić, I., S. Matić, M. Oršanić, B. Belčić, 2005: Morfologija i struktura šuma poplavnih područja. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 245–262.
- Anić, I., S. Matić, M. Oršanić, Ž. Majer, 2005: Pomlađivanje i njega šuma poplavnih područja. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 263–276.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2005: Sjemenarstvo i rasadničarstvo najvažnijih vrsta drveća poplavnih šuma. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 277–296.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2005: Osnivanje šumske kulture i plantaža glavnih vrsta drveća poplavnih šuma. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 297–307.
- Matić, S., 2006: Hrvatsko šumarsko društvo kao značajan čimbenik opstanka i razvoja šuma i šumarstva Hrvatske (izlaganje na svečanoj akademiji povodom obilježavanja 160 godina od osnutka Hrvatskog šumarskog društva i 130 godina neprekidnoga izlaženja šumarskoga lista). Šumarski list, 130(5–6): 232–236.
- Matić, S., 2006: Natural management as an important factor of forest protection and survival. In: J. Diaci (ed.), Nature-based forestry in Europe, alternatives to industrial forestry and strict preservation, Ljubljana, p. 19–26.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2006: Aktualni problemi gospodarenja običnom jelom (*Abies alba* Mill.) u Republici Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5, 7–28.
- Matić, S. (gl. ur.), 2007: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 213 str.
- Matić, S., D. Delač, 2007: Uzgojni zahvati kao mjera povećanja vrijednosti privatnih šuma u Gorskem kotaru. Šumarski list, 132(3–4): 121–146.
- Klamo, E., H. Hager, S. Matić, I. Anić, J. Kulhavy (eds.), 2008: Floodplain forests of the temperate zone of Europe. Lesnicka praca, 623 p.
- Matić, S. D. Jelčić, A. Bilić (ur.), 2008: Književni i kazališni rad Joze Ivakića. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, posebno izdanje XIII, Zagreb – Vinkovci, 366 str.
- Matić, S., F. Tomić, T. Krička, 2008: Raspoložive poljoprivredne površine i mogućnosti obnova šuma za proizvodnju biogoriva u Hrvatskoj. Šumarski list, 132(7–8): 121–146.
- Matić, S., 2009: Načini privodenja šumskoj kulturi staništa osvojenih amorfom (*Amorpha fruticosa* L.). U: A. P. B. Krpan (ur.), Biološko-ekološke i energetske značajke amorce (*Amorpha fruticosa* L.) u Hrvatskoj, knjiga sažetaka, Hrvatski Šumarski institut u Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije, Zagreb,
- Matić, S., I. Anić (gl. ur.), 2009: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 166 str.
- Matić, S., D. Jelčić, A. Bilić (ur.), 2009: Zapostavljena književna baština. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, posebno izdanje XIX, Zagreb – Vinkovci, 358 str.
- Matić, S., I. Anić (ur.), 2009: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 251 str.
- Matić, S., D. Jelčić, A. Bilić (ur.), 2009: 40 godina Centra za znanstveni rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Vinkovcima 1969./70. – 2010. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, posebno izdanje XX, Zagreb – Vinkovci, 212 str.
- Matić, S., I. Anić (ur.), 2010: Park-šume grada Zagreba. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 200 str.
- Matić, S., 2011: Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj. Croatian journal of forest engineering, 32(1): 7–17.
- Matić, S. (gl. ur.), 2011: Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 740 str.

- Matić, S., F. Tomić, I. Anić (ur.), 2012: Zbornik radova okruglog stola Šume, tla i vode – neprocjenjiva prirodna bogatstva Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 125 str.
- Anić, I., F. Tomić, S. Matić (ur.), 2013: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Europske unije. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 327 str.
- Matić, S., A. Bilić (ur.), 2013: Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa u povodu 2011. – Međunarodne godine šuma. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb – Vinkovci, 115 str.
- Matić, S. (ur.), 2014: Zbornik radova okruglog stola Zemlja. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb – Vinkovci, 171 str.
- Matić, S., 2014: I vukovarske, podunavske ritske šume žrtve su agresije na Hrvatsku. U: S. Matić (ur.), Zbornik radova Zemlja, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb – Vinkovci, str. 41–62.
- Matić, S., F. Tomić, I. Anić (ur.), 2015: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Slavonije. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 411 str.
- Matić, S., I. Anić, J. Čavlović, 2015: Stanje i perspektive potrajanog gospodarenja šumama u Hrvatskoj. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za državnu upravu, pravosude i vladavinu prava, Modernizacija prava, knjiga 28, Zagreb, str. 21–34.
- Matić, S., I. Anić, Š. Meštrović, V. Topić, 2016: Šume i šumarstvo novigradskog područja u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. U: S. Kaštela (ur.), Novigrad nekad i sad, Sveučilište u Zadru, Zadar, str. 76–87.
- Matić, S., 2019: Višenamjenski hidrotehnički sustav uređenja, zaštite i korištenja rijeke Save i zaobalja od granice s Republikom Slovenijom do Siska. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za graditeljstvo, obnovu i razvoj, Zagreb, str. 29–38.

In memoriam Radovan Lukačić, dipl. ing. šum. (1936.-2020.)

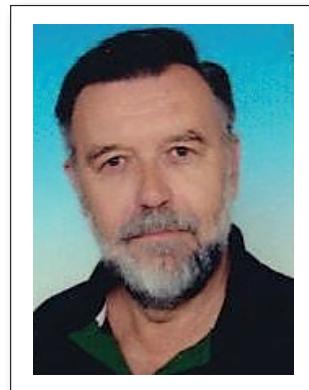
Valter Buršić, dipl. ing. šum.

Naš cijenjeni kolega, diplomirani inženjer šumarstva Radovan Lukačić, preminuo je u 85. godini života, 12. prosinca 2020. godine u Zagrebu.

Radovan Lukačić rođen je u Novom Vinodolskom 1936. godine. Osnovnu školu završio je u Crikvenici, a srednju u Novoj Gradiški, maturiravši na realnoj gimnaziji 1954. godine. Šumarstvo je studirao na Poljoprivredno – šumarskom fakultetu u Zagrebu. Diplomirao je na upravo osamostaljenom Šumarskom fakultetu 1960. godine. Prvo zaposlenje dobiva u Istri, u Šumskom gospodarstvu Buzet, na mjestu referenta za plan i analizu. Na tim je poslovima gotovo osam godina, nakon čega započinje rad u Puli, najprije na mjestu zamjenika upravitelja, a od 1. kolovoza 1969. godine postaje upravitelj Šumarije Pula. Od 15. kolovoza 1990. godine radi na mjestu vršitelja dužnosti direktora Šumskog gospodarstva „Istra“ Buzet. Ustanovljnjem Javnog poduzeća „Hrvatske šume“, od 6. prosinca 1990. godine, opunomoćenik je za Upravu šuma Buzet.

Od 1. studenog 1991. godine imenovan je rukovoditeljem Odjela za proizvodnju, a od 31. ožujka 1997. godine preuzima radno mjesto rukovoditelja Odjela za ekologiju.

Za vrijeme rada u Istri vodio je pošumljavanja goleti od 1969. do 1975., na području Kamenjaka kod Premanture, na oko 150 ha. Vodio je hortikulturna uređenja hotelskog kompleksa Medulin, auto kampa Kažela, uređenja stam-



beno turističkog naselja Barbariga, Dječjeg rekreacijskog centra, turističkog naselja Punta Verudela u Puli, te ostale stručne poslove koje su zahtijevale okolnosti.

Sudjelovao je na više savjetovanja u zemlji. Bio je član HŠD. Umirovljeničke dane provodio je u Puli i Biogradu, a zatim u Zagrebu sa obitelji, gdje danas žive sin, kćerka i šestoro unučadi.

Pamtimo ga kao srdačnog i otvorenog suradnika, koji je svojom stručnošću i upornošću privlačio pažnju sugovornika. Dragi Radovane, ostaješ u našim sjećanjima sa puno dobroga što smo proživjeli s Tobom i na svemu tome, velika Ti hvala.

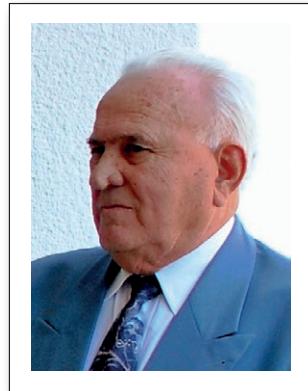
In memoriam mr. sc. Ivan Mrzljak, dipl. ing. šum. (Levkušje, 8. 11. 1929. – Karlovac, 26. 1. 2021.)

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

Na karlovačkom katoličkom groblju Dubovac, koje je ove godine napunilo dva stoljeća postojanja, 28. siječnja 2021. obavljen je posljednji ispraćaj Ivana Mrzljaka. Unatoč važećim epidemiološkim mjerama u Republici Hrvatskoj, radi sprječavanja prijenosa bolesti COVIDA-19, dobar dio prijatelja i znanaca nije mogao propustiti uputiti posljednje zbogom uvaženom kolegi Mrzljaku. U ime Hrvatskih šuma, Uprave šuma Podružnice Karlovac i Hrvatskoga šumarskog društva od pokojnika se oprostio Oliver Vlainić:

„U hladno zimsko jutro 26. siječnja 2021. u 92. godini zauvijek je prestalo kucati srce dragoga kolege Ivana Mrzljaka, diplomiranog inženjera šumarstva i magistra šumarskih znanosti, doajena karlovačkoga i hrvatskog šumarstva. Znali smo da je nedavno prebolio COVID-19, novu bolest koja je paralizirala i promijenila život na čitavoj planeti, ali nismo očekivali da će nas ubrzo nakon toga napustiti. Vjerovali smo da će još poživjeti, jer je već i ranije svladao teža bolesnička stanja. Sudbina je htjela da je poživio samo pet mjeseci nakon što se oprostio od svoje voljene supruge Anice, također diplomirane inženjerke šumarstva, s kojom je svoj sklad našao i u obiteljskom i profesionalnom smislu.

Ivan Mrzljak rodio se 8. studenoga 1929. u mjestu Levkušje, smještenom na polovici puta između Ozlja i Karlovca. Roditelji su mu bili otac Ladislav i majka Katarina, rođ. Štrucelj. Školovanje je započeo u nedalekom Malom Erjavcu, gdje je završio osnovnu, tada pučku školu, 1940. godine. Slijedilo je pohađanje osam godina karlovačke Gimnazije na kojoj je maturirao 1948. godine. Nakon toga upisao je Šumsko-uzgojni odsjek Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu. Diplomirao je 1953. godine, a u siječnju 1954. godine zaposlio se kao pripravnik u Šumariji Karlovac I. u kojoj je postao i pomoćnik upravitelja. To je bilo razdoblje kada su šumarije djelovale kao ustanove sa samostalnim financiranjem. Osnutkom Šumskog gospodarstva Karlovac, početkom 1960. godine, postao je referent u Odjelu za uzgajanje šuma. Do kraja 1990. godine napredovao je kroz službu, prvo kao rukovoditelj Odjela za uzgajanje šuma, a zatim kao rukovoditelj Proizvodne službe i rukovoditelj Razvojne službe. Poslijediplomski studij iz silvikulture završio je 1977. godine na Šumarskom fakultetu u Zagrebu, obranivši magistarski rad pod nazivom: „Uspijevanje običnog bora (*Pinus sylvestris*, L.), crnog bora (*Pinus nigra*, Arn.) i američkog bora (*Pinus strobus*, L.) na



bujadnicama i vrištinama Korduna“. Tijekom svog radnog vijeka, posebice u Šumskom gospodarstvu Karlovac, ponajprije se bavio uzgajanjem šuma (podizanjem kultura četinjača i gospodarenjem prirodnim sastojinama). Za učenike Srednje šumarske škole u Karlovcu, buduće šumarske tehničare, izradio je skriptu iz uzgajanja šuma i uvijek se zalagao da pronađu svoje mjesto u struci. Svestrano je podržavao suradnju sa znanstvenim i obrazovnim šumarskim institucijama, Hrvatskim šumarskim institutom i Šumarskim fakultetom. Više godina bio je član Uređivačkog odbora Šumarskog lista za znanstveno-stručno područje: njega šuma, šumske kulture i plantaže, sjemenarstvo i rasadničarstvo te pošumljavanje.

Početkom 1991. godine formiranjem Hrvatskih šuma, jedinstvenog poduzeća za gospodarenje državnim šumama, imenovan je za opunomoćenika direktora novoosnovane Uprave šuma Karlovac, sljednice Šumskog gospodarstva Karlovac u novom poduzeću. Sljedeće godine postao je prvi upravitelj Uprave šuma Karlovac. U tadašnjim teškim ratnim godinama u Republici Hrvatskoj uložio je velik trud u cilju što boljeg funkcioniranja uprave šuma, koju su ratna djelovanja prepolovila te se zalagao za stvaranje novih generacija koje će preuzeti breme upravljanja i gospodarenja u budućnosti. Velika čast i obveza ukazana mu je 16. prosinca 1992. kada je postavljen za pomoćnika direktora Hrvatskih šuma. Sljedeće tri godine proveo je na toj zahtjevnoj dužnosti koju je s uspjehom obavljao, a s 1. siječnja 1996., nakon 42 godine radnog staža, otisao je u zasluženu mirovinu. Iako u mirovini, svo vrijeme bio je rado pozivan i viđen gost na šumarskim skupovima, a s puno žara je pratilo

sve promjene u struci te gorljivo komentirao nepovoljne trendove u šumarstvu. Njegovo ime i stav bilo je poznato diljem Republike Hrvatske, a on cijenjen i poštovan u svim šumarskim institucijama, ali i izvan struke, posebice u gradu Karlovcu gdje je živio.

Od prvoga zaposlenja bio je vrlo aktivan u strukovnoj udruzi, Hrvatskom šumarskom društvu. U nekadašnjem Šumarskom klubu Karlovac obavljao je dužnosti predsjednika i tajnika, a uvijek je bio aktivan i agilan kao član i sudionik na svim znanstvenim i stručnim skupovima. Za svoj doprinos struci nagrađen je s više priznanja: poveljom i zlatnom plaketom Saveza inženjera i tehničara šumarstva i drvine industrije Hrvatske 1976. godine, priznanjem za dvadesetogodišnji rad u Šumskom gospodarstvu Karlovac 1980. godine te priznanjem Hrvatskoga šumarskog društva za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke 1996. godine. Za inventivni rad dobio je priznanje i zlatnu plaketu Narodne tehnike Hrvatske.

Kao član karlovačkog ogranka Hrvatskoga šumarskog društva bio je među najredovitijim sudionicima blagdanских domjenaka, čija je tradicija započeta 2002. godine. Tu je i začeta njegova suradnja na pomoći oko istraživanja po-

vijesti karlovačkog šumarstva. Mnoga imena i događaji, koji bi pali u zaborav, dobili su svoje nazive, mjesto i vrijeme upravo zahvaljujući njegovo volji i dobrom pamćenju te tako ostali sačuvani. Za to mu se ispred karlovačkog ogranka svesrdno zahvaljujem. Također hvala za sve uloženo, ponajprije u izgradnju Šumskog gospodarstva Karlovac s kojim je odrastao i stasao, a kasnije u iskusnim godinama pridonio stvaranju i snaženju jedinstvenog poduzeća Hrvatske šume.

U ime Hrvatskih šuma – Uprave šuma Podružnice Karlovac, Hrvatskoga šumarskog društva i svoje osobno ime izražavam duboku sućut ožalošćenima, posebno sinu Ladišlavu, jer nije lako u kratkom vremenu ostati bez oba roditelja, snahi Jasni, unuci Maji, nećakinji Martini i ostaloj tugujućoj rodbini.

Četrdeset dvije generacije bukvi, hrastova, smreka i borova, od nizine do planine kojima ste posvetili svoj trud i brigu, šalju vam svoj tihi pozdrav i zahvalu za sjetvu, sadnju, njegu i zaštitu.

Poštovani magistre Mrzljak, laka vam bila hrvatska gruda i počivali u miru!“

In memoriam Zdravko Pavlešić, dipl. ing. šum. (Slunj, 29. 11. 1963. – Slunj, 15. 2. 2021.)

Oliver Vlaić, dipl. ing. šum.

Upravitelj šumarije Cetingrad Zdravko Pavlešić, krenuvši na posao prema šumariji u ponедјeljak ujutro 15. veljače 2021., osjetivši slabost vratio se u slunjski Dom zdravlja, ali ni stručna medicinska pomoć nije uspjela spasiti dragoga kolegu Zdravka od prerane smrti. Njegovo srce je prestalo kucati. Vijest koja se brzo proširila među zaposlenicima UŠP Karlovac sve je ostavila u nevjericu: „Zar je moguće da među nama nema više uvijek nasmijanoga i raspoloženoga Zdravka?“. Znali smo da je u prosincu 2020. godine teško prebolio COVID-19, ali kad se oporavio i vratio na posao nismo ni slutili da će ga uskoro zadesiti nesretna sudbina.

Na gradskom groblju u Slunjku 16. veljače 2021. od kolege Zdravka oprostio se voditelj karlovačke podružnice Hrvatskih šuma d. o. o. Marin Svetić, dipl. ing. šum. sljedećim riječima:

„Šok i nevjerica. Samo su nas ti osjećaji prepravili kada smo čuli da naš dragi Zdravko više nije među živima. Još u pe-



tak bili smo skupa u mom uredu u Karlovcu i razgovarali o budućnosti, novim poslovnim planovima, a danas stojimo nad tvojim odrom sa suzama u očima. Nikad nije lako oprostiti se od onih koji su otišli, ali pogotovo je teško kada ode netko za koga znamo da je još mogao dosta poživjeti i

ostaviti traga u životu. Tako si i ti dragi Zdravko nenađano preminuo u jutarnjim satima 15. veljače 2021. u svojoj 58. godini života.

Kolega Zdravko Pavlešić rodio se u Slunju 29. studenoga 1963. Nakon završene osnovne škole u rodnom gradu upisao je Šumarsku školu u Karlovcu na kojoj je maturirao 1982. godine. Daljnje školovanje odvelo ga je na Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirani inženjer šumarstva postao je u travnju 1990. godine. Prva iskustva u struci stekao je iste godine na tromjesečnom ljetnom posumljavanju u okviru tadašnje Savezne omladinske radne akcije „Petrova gora“, a pripravnički staž je nastavio u Radnoj jedinici za iskorištavanje šuma Slunj Šumskog gospodarstva Karlovac. Nakon odradenog pripravničkog staža od kolovoza 1991. godine zaposlen je kao revirnik u Šumariji Rakovica u novoosnovanom javnom poduzeću Hrvatske šume. Tu ga je zatekao i početak Domovinskog rata u kojem je i sam sudjelovao. Kratko vrijeme proveo je u Radnoj jedinici Transport i mehanizacija Karlovac, a od 1992. do 1995. godine radio je kao taksator u Odjelu za uređivanje šuma UŠ Karlovac. Nakon oslobođilačke operacije „Oluja“ u kolovozu 1995. godine imenovan je upraviteljem šumarije Cetingrada te je tu funkciju obnašao više od 25 godina sve do današnjeg dana. Mnogo godina proveo je putujući iz Zagreba na posao prvo u Karlovac, a kasnije u Cetingrad, ali nikada se nije žalio na godine provedene u prognaništvu i daleko od doma. Čitav radni vijek bio je i aktivna član strukovne udruge u karlovačkom ogranku Hrvatskoga šumarskog društva.

Znamo koliko si volio svoj Slunj u kojem si dao svoj doprinos i kao zamjenik gradonačelnika i kao gradski vijećnik, ali i kroz druge funkcije. Pogotovo si volio svoju šumariju Cetingrad i njene zaposlenike s kojima si živio kao u velikoj obitelji. Zajedno s njima nakon završetka Domovinskog rata podigao si šumariju doslovno iz pepela, od nove upravne zgrade s okolišom do bogatih i odavna po-

znatih cetingradske šume. Posao nikada nije trpio, a mi koji smo dolazili u šumariju po raznim prigodama, uvijek smo zapažali red koji smo u šumariji zaticali i ugodno se osjećali u takvom ambijentu. Mijenjale su se generacije mladih ljudi koje si primao i prenosio im prva stručna iskustva. Dosta njih je zahvaljujući i tim naučenim vještinama napredovalo u karijeri odlazeći iz Cetingrada svojim životnim putevima. Svi pamtimmo tvoju srdačnost i gostoljubivost koju si uvijek svima rado poklanjao, kao i tvoj smisao za šalu i druženje. Na mnogim sastancima i kolegijima znao si ostati među posljednjima, ali zgode i razgovori koji su tada vođeni najduže su se pamtili. S kojim si žarom pričao o svom najvećem blagu, o svojim sinovima s kojima si se ponosio. Nezaboravna su brojna druženja koja si organizirao u šumariji, a nadasve okupljanja za Josipovo. Bilo je tu ljudi iz čitave Hrvatske, bilo iz šumarske struke, bilo izvan nje, ljudi na značajnim funkcijama i na manje vrednovanim poslovima. Svi su ti bili dobrodošli gosti. Svima će nam to silno nedostajati. Nedostajat će nam tvoj optimizam, veđar duh, energija i spremnost na svaki posao i aktivnost.

U ime Uprave šuma Podružnice Karlovac, svih njenih zaposlenika i svoje osobno ime, izražavam duboku sućut tvojim roditeljima Rozi i Mati, sinovima Mati i Josipu, sestrama Mirni i Marjani, supruzi Snježani te snahi Ivani, kao i svoj ostaloj tugujućoj rodbini i prijateljima. Zaposlenicima Šumarije Cetingrad želim puno snage u sljedećem razdoblju bez tebe.

Dragi Zdravko, laka ti bila hrvatska zemlja i počivao u miru.“

Unatoč propisanim epidemiološkim mjerama uslijed pandemije uzrokovane korona virusom, na posljednji ispraćaj kolege Zdravka okupilo se znatno mnoštvo rodbine, prijatelja i poznanika. Uz pogled na neutješne sinove najteže je bilo vidjeti mlađu snahu koja je Zdravku uskoro trebala podariti ulogu djeda, što nažalost nije dočekao.

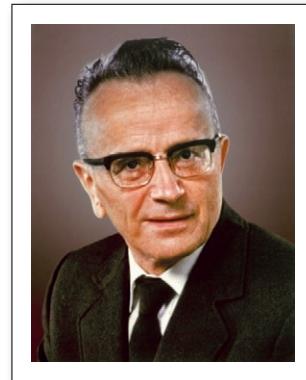
In memoriam

Professor emeritus Dr. sc. Dr. h. c. Dušan Mlinšek (1925. – 2020.)

Prof. dr. sc. Jurij Diaci

Prof. dr. sc. Dr. h. c. Dušan Mlinšek, emeritus profesor Sveučilišta u Ljubljani, preminuo je 15. prosinca 2020. godine u svom domu u Ljubljani. Bio je izvanredan pedagog, znanstvenik i praktičar te odlučni zagovornik prirodi bliskog šumarstva i zaštite prirode u Sloveniji, Europi i svijetu. Bio je svjestan važnosti popularizacije šuma, šumarstva i očuvanja prirode. To je i sam činio s posebnim talentom i zalaganjem, tako da je poznat daleko izvan granica šumske struke. Unatoč velikom autoritetu, bio je popularan radni kolega zbog svoje vedrine i iskrenog interesa za druge. U mnogočemu je bio ispred svog vremena i zbog toga je ponekad bio neshvaćen, ali to ga je samo hrabril na njegovom putu. Postao je uzor mnogima na znanstvenom, stručnom i obrazovnom polju u najširem smislu te riječi, kako u Sloveniji, tako i u inozemstvu.

Rođen je 1925. u obitelji učitelja u Velenju. Diplomirao je šumarstvo na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1949. godine. Počeo je raditi u Ministarstvu šumarstva u Sloveniji. Desetljeće je obnašao razne rukovodeće položaje u šumarskoj praksi. Godine 1958. doktorirao je na ETH Zürich pod mentorstvom prof. dr. Hansa Leibundguta. Na Sveučilištu u Ljubljani zaposlio se 1960 godine. Ovdje je obnašao brojne vodeće funkcije, poput predstojnika Katedre za uzgajanje šuma, pročelnika Odjela za šumarstvo i dekana Biotehničkog fakulteta. Uveo je suvremene istraživačke metode i sistematicno prikupljanje i arhiviranje podataka, što je važno za dugotrajna istraživanja šuma i danas je vrlo cijenjeno. Pedesetih godina prošloga stoljeća, radeći na terenu razvio je suvremene praktične pristupe za postupnu preobrazbu monokultura smreke. Njegovi najraniji znanstveni radovi, na primjer, o dugovječnosti bukve u bosanskim prašumama, dobro su prihvaćeni i citiraju se i danas. U svojoj glavnoj disciplini, uzgajanju šuma, provodio je u praksi Schödelinovo načelo njege šuma u praksi i sintetizirao znanje o uzgajanju šuma. Razgraničio je uporabu grupimično-postupnog i preborognog sustava te ih potom smiselno povezao u sustavu slobodne tehnike uzgajanja šuma – svojim najvažnijim doprinosom šumarskoj znanosti. Kroz brojne terenske radionice uveo je u praksi detaljno šumsko planiranje i druga moderna načela i postupke uzgajanja šuma. Sedamdesetih i



osamdesetih godina prošloga stoljeća sa svojim kolegama je razvio mrežu šumskih rezervata.

Zbog svog intelekta, neobičnog načina razmišljanja i sposobnosti motivacije, bio je popularan među studentima. Bio je svjestan da nije toliko bitna količina gradiva, već kontekst, način djelovanja ekosustava i entuzijazam. Terenske vježbe često su se odvijale do navečer, ali uvijek je bilo vremena za „obvezno“ druženje. Dao je velik doprinos razvoju međunarodne znanosti, gdje je intenzivno surađivao, između ostalog, u Međunarodnoj uniji organizacija za istraživanje šuma (IUFRO), kojom je predsjedavao u razdoblju 1982. – 1986. Godine 1986. s kolegama je organizirao svjetski kongres IUFRO u Ljubljani, koji se i danas rado pamti. Za vrijeme njegova predsjedanja, duh šumarstva bliskog prirodi počeo se širiti unutar IUFRO-a. Njegov suvremenik, profesor na ETH Zürich J.-Ph. Schütz napisao je da je Dušan bio majstor u obrani prirodi bliskog šumarstva, posebno u vrijeme kada mu to nije išlo u prilog.

Prof. Mlinšek je došao iz šumarske prakse, pa je suradnju sa svojim profesionalnim kolegama gajio na sveobuhvatan način. Uvijek je bio snažni zagovornik prirodi bliskog šumarstva. Devedesetih godina, kada je politika reorganizirala šumarstvo u Sloveniji, ustrajno se zalagao za očuvanje profesionalnog rada i značajno je pridonio relativno bezbolnoj tranziciji. Udržujući snage sa zagovornicima prirodi bliskog šumarstva u Europi, 1989. godine su osnovali međunarodnu udrugu Pro Silva u Robanovom Kotu, u Logarskoj dolini. Prema riječima kolega iz udruge Pro

„Velika individualnost u prirodnoj šumi“. Prof. Mlinšek se na predavanjima često služio karikaturama koje je prema njegovim prijedlozima crtao ilustrator Dr. Mirko Celcer (arhiva Prof. Dušan Mlinšek).



Silva, impresionirao je profesionalno organiziranim ekskurzijama, rječitošću i uvjerljivošću te na kraju, ali ne manje važno, humorom i gostoljubivošću.

Nakon umirovljenja, sredinom devedesetih godina, posvetio se zaštiti prirode i šumskoj pedagogiji. Mnogo je godina vodio udruženje organizacija za zaštitu prirode u Sloveniji i često se pojavljivao u medijima kritizirajući loše prakse zaštite prirode. Dobitnik je brojnih priznanja, uključujući nagradu Fonda za istraživanje Republike Slovenije, Jesenkovo nagradu, medalje Heinricha Cotte i Karla Gayera, plaketu Pro Silva i naslove Veleposlanik znanosti Republike Slovenije, počasni član IUFRO i izaslanik za mir Ujedinje-

nih naroda. Bio je dopisni član Akademije šumarskih znanosti u Firenci, 1997. godine primio je počasni je doktorat Sveučilišta u Oslu, a 2007. godine postaje počasni građanin općine Velenje.

Brojne generacije studenata, istraživača i praktičara, kao i ljubitelji šuma, zahvalne su mu što je neumorno dijelio svoje znanje i entuzijazam za prirodu, organizirao istraživačku infrastrukturu te provodio izvrsne terenske radionice. Nапустио је сјајан шумар и заштитар природе. Нјегова размишљања и даље остали су с њима. Често кажемо да је то „Mlinšekova школа“ и захвални smo му. Идеје природи bliskog šumarstva које је заговарао и даље се успјешно razvijaju.

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 elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrojati.

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 prihvatiti 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)



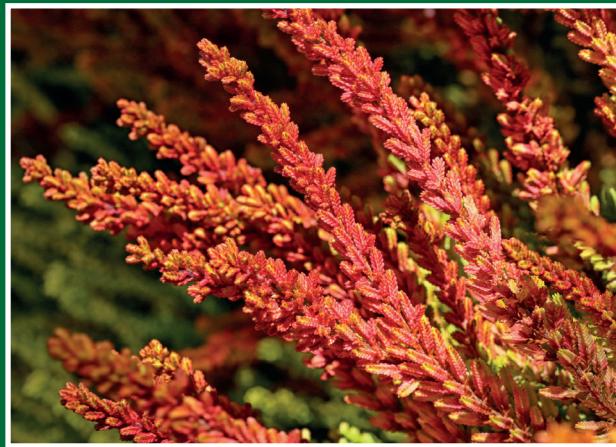
Slika 1. Habitus krajem ljeta. ■ Figure 1. Habit in late summer.



Slika 2. Listovi su sitni, sjedeći, raspoređeni u četiri reda. ■ Figure 2. Leaves are small, sessile, arranged in four rows.



Slika 3. Cvjetovi su četverodijelni, bijedoružičasti do svjetloljubičasti; čaška je 3–4 mm dugačka, izgleda poput vjenčića; latice su pri osnovi srasle, 2,5 mm dugačke. ■ Figure 3. Flowers are tetramerous, pale pink to bright lilac; calyx petaloid, 3–4 mm long; corolla tube short, limb lobes 2.5 mm long.



Slika 4. Primjer kultivara obojenih listova: *C. vulgaris* 'Zoe' (GARDEN GIRLS ZOE), mladi listovi žuti do narančasti, kasnije narančasti do crveni. ■ Figure 4. Example of cultivar with colored leaves: *C. vulgaris* 'Zoe' (GARDEN GIRLS ZOE), young leaves yellow to orange, mature leaves orange to red.

***Calluna vulgaris* (L.) Hull – vrišt, obični vrišt, vrijesak (*Ericaceae*)**

Calluna Salisb. je monotipski rod (samo s jednom vrstom) iz porodice *Ericaceae*. Vrišt, *C. vulgaris*, je 20–60 (–100) cm visoki, vazdazeleni grm prirodno rasprostranjen u Europi, Aziji i sjevernoj Africi. Listovi su unakrsno-nasuprotno raspoređeni, zimi smećkastocrveni. Cvjetovi su dvospolni, entomofilni i anemofilni, u vršnim, višecvjetnim, uspravnim, 5–15 cm dugačkim grozdovima. Cvjetanje je od srpnja do listopada. Plodovi su kuglasti, smeđi tobolci, promjera 1,5–2 mm. Vrišt preferira vlažna, dobro propusna, kisela tla. Invazivna je vrsta u Australiji, Novom Zelandu, SAD-u i Kanadi. Medonosna je i ljekovita biljka koja se sadi za kontrolu erozije tla. Omiljena je ukrasna biljka, s više od 800 kultivara, koji se razlikuju prema habitusu (polegli ili uspravni), boji lišća (zeleni, srebrnastosivi, žuti, narančasti ili crveni) ili boji cvjetova (ružičasti, ljubičasti, crveni ili bijeli). Često je sađeni ukrasni grm u kamenjarima, kao pokrivač tla ili u vrtnim posudama, na izravnom svjetlu ili u polusjeni.

***Calluna vulgaris* (L.) Hull – Heather, Common Heather, Scotch Heather, Ling (*Ericaceae*)**

Calluna Salisb. is a monotypic genus (with only one species) of the family *Ericaceae*. Heather, *C. vulgaris*, is an evergreen shrub 20–60 (–100) cm high, native to Europe, Asia and northern Africa. Leaves are opposite-decussate, brownish-red in winter. Flowers are bisexual, entomophilous and anemophilous, in terminal, many-flowered, erect, 5–15 cm long racemes. It flowers from July to October. Fruits are globose, brown capsules, 1.5–2 mm in diameter. Heather prefers moist, well-drained, acidic soils. It is an invasive species in Australia, New Zealand, the United States and Canada. Heather is used as a bee plant, for erosion control and as a medicinal plant. It is very popular ornamental plant with more than 800 cultivars, in wide range of habits (prostrate or upright), different foliage colour (green, silvery gray, yellow, orange or reddish) and flower colour (pink, purple, red or white). It is an excellent shrub for rock garden, ground cover or pots, in full sun to part shade.