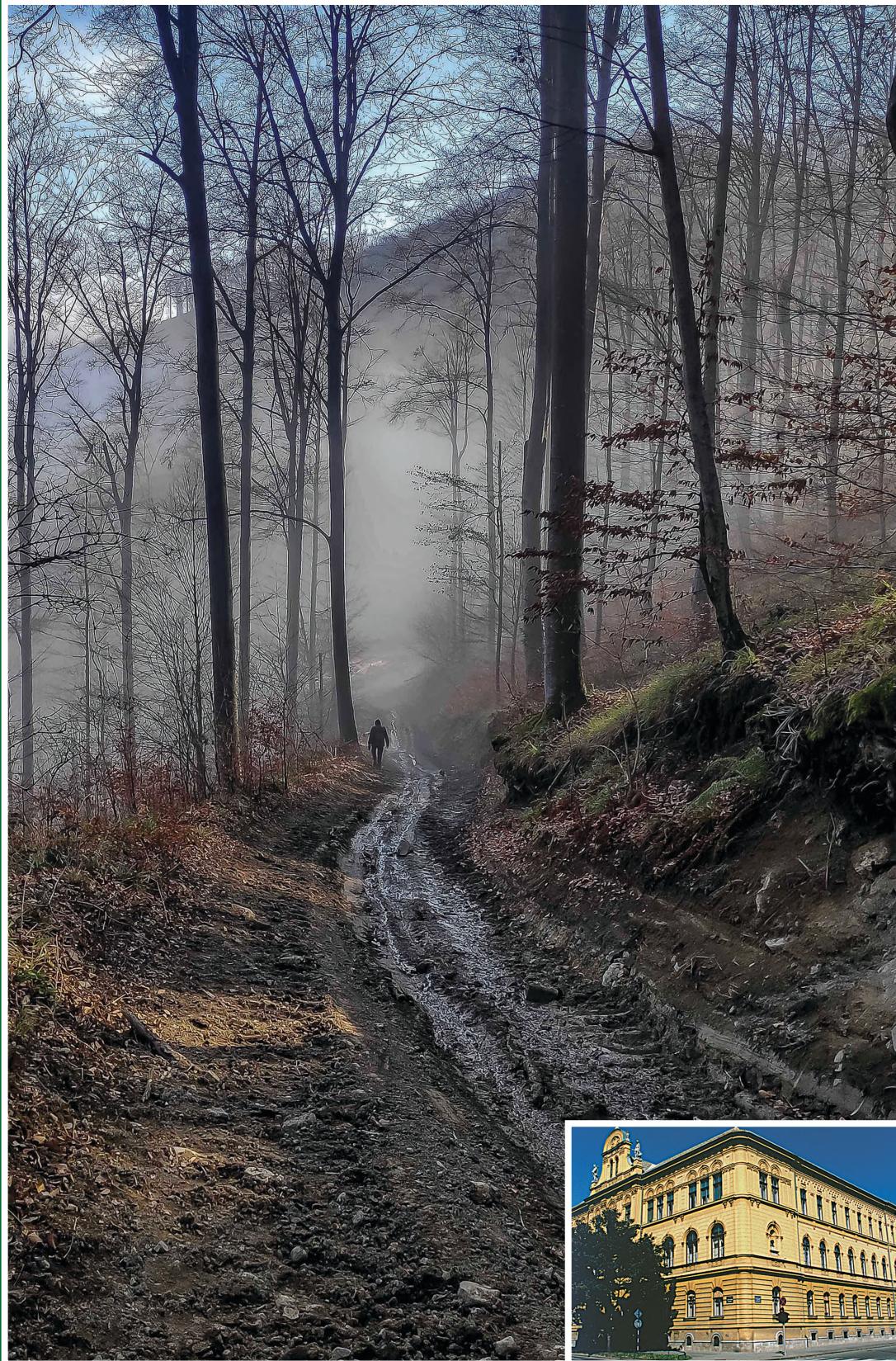


# ŠUMARSKI LIST

## HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630\*  
ISSN  
0373–1332  
CODEN  
SULIAB



1-2

GODINA CXLVI  
Zagreb  
2022



**Naslovna stranica – Front page:**  
 „Život“ – fotografija 16. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“  
 (Foto: Igor Vrbanić)  
 “Life” – a photograph of the 16th Bjelovar Photography Salon “The Forest Through the Eyes of a Forester”  
 (Photo: Igor Vrbanić)

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](http://www.sumari.hr/sumlist)  
 Journal of forestry Online:  
[www.sumari.hr/sumlist/en](http://www.sumari.hr/sumlist/en)

Izdavač:  
**HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO**

Suizdavač:  
 Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije  
 Financijska 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

## Uredivački savjet – Editorial Council:

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

## 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. Željko Škvorc,**

Šumarska botanika – Forest Botany

**Doc. dr. sc. Krinoslav Sever,**

Fiziologija šumskoga drveća – Physiology of Forest Trees

**Doc. dr. sc. Igor Poljak,**

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 Igor Anić,**

**urednik područja – Field Editor**

Silvikultura – Silviculture

Urednici znanstvenih grana – Editors of scientific branches:

**Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković,**

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –

Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

**Doc. dr. sc. Sanja Perić,**

Šumske kulture – Forest Cultures

**Dr. sc. Vlado Topić,**

Melioracije krša, šume na kršu – Karst Amelioration, Forests on Karst

**Izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac,**

Uzgajanje šuma – Forest Silviculture

**Doc. dr. sc. Vinko Paulić,**

Urbane šume – Urban Forests

**Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,**

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

**Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić,**

Sjemenarstvo i rasadničarstvo – Seed Production and Nursery Production

**Prof. dr. sc. Damir Barčić,**

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura – Protected Nature Sites, Horticulture

### 3. Iskorištavanje 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**

**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*

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

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

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

Prof. dr. sc. Maja Jurc, Slovenija – *Slovenia*

### **Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief**

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

### **Lektor – Lector**

Dijana Sekulić-Blazina

### **Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader**

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

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

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

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

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

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

# SADRŽAJ

## CONTENTS

### Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630* 923 + 924 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.1">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.1</a> Božić, M., M. Andabaka, M. Vedriš, E. Goršić, K. Teslak <b>Povezanost obilježja privatnih šumoposjednika s razinom njihove aktivnosti u okrugnjavanju šumoposjeda</b> – Characteristics of private forest owners in relation to their activities in enlargement of forest holdings. ....	7
UDK 630* 270 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.2">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.2</a> Paulić, V., T. Škarica, D. Drvodelić, M. Oršanić <b>Prosudba truleži stabala hrasta kitnjaka zvučnim tomografom</b> – Acoustic tomography assessment of decay in sessile oak trees .....	19
UDK 630* 811 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.3">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.3</a> Zečić, Ž., A. Đuka, D. Vušić, B. Ursić, D. Benić <b>Struktura nadzemne biomase divlje trešnje (<i>Prunus avium</i> L.) u nizinskim šumama Hrvatske</b> – The structure of above-ground biomass of wild cherry ( <i>Prunus avium</i> L.) in lowland Croatian forests .....	31
UDK 630* 232.1 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.4">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.4</a> Ballian, D., M. Memišević Hodžić <b>Varijabilnost hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) u Bosanskohercegovačkom testu provenijencija: korelacije između svojstava rasta i morfologije lista</b> – Variability of pedunculate oak ( <i>Quercus robur</i> L.) in Bosnian-herzegovian provenance test: correlations between growth and leaf morphological traits .....	41
UDK 630* 232.3 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.5">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.5</a> Bakan, O., D. Eşen, B. Çetin <b>Phytotoxicity of clopyralid at high rates on seed germination of mediterranean pines</b> – Fitotoksičnost klopiralida vezano uz kljanje sjemena mediteranskih borova.....	51
UDK 630* 453 (001) <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.6">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.6</a> Mujezinović, O., K. Zahirović, M. Mešan, S. Ivojević, M. Dautbašić <b>Analiza učinkovitosti feromona trypowit za ulov potkornjaka <i>Trypodendron lineatum</i> u Bosni i Hercegovini</b> – Analysis of the efficacy of pheromone trypowit for catch of <i>Trypodendron lineatum</i> in Bosnia and Herzegovina...	59

### Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 187 + 228 <a href="https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.7">https://doi.org/10.31298/sl.146.1-2.7</a> Španjol, Ž., B. Dorbić, S. Končar, M. Kičić, N. Vrh <b>Razvoj sastojina hrasta crnike (<i>Quercus ilex</i> L.) na trajnim pokusnim plohamama Nacionalnog parka Brijuni</b> – Development of holm oak ( <i>Quercus ilex</i> L.) stands in permanent test surfaces of National park Brijuni.....	67
--	----

### Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.: Slavuj ( <i>Luscinia megarhynchos</i> Brehm) .....	85
---	----

Aščić, I.:	
Motiv drveta na međunarodnom kuponu za odgovor .....	86

## **Aktualno – Current news**

Đuka, A.:	
Količina i struktura biomase obične jele i obične smreke u izmijenjenim klimatskim uvjetima« (Biomass-InChange) .....	87

## **In memoriam**

Škvorc, Ž., D. Krstonošić:	
Prof. dr. sc. Jozo Franjić (7.01.1966. – 7.11.2021.) .....	91
Hodić, I.:	
Đuro Kranželić, dipl. ing. šum. (1944. – 2021.) .....	93
Diklić, M.:	
Mario Gašparac, dipl. ing. šum. (25.05.1956. – 22.02.2021.) .....	94

# RIJEČ UREDNIŠTVA

## ŠUME I ŠUMARSTVO U 2021. GODINI

Prije nekoliko godina u jednom dvobroju Šumarskog lista pojasnili smo zadaću ove rubrike. Naglasili smo da ona nije zamisljena da podučava šumarske stručnjake o šumarstvu (struku su učili na Fakultetu), nego da podsjetimo na aktualnosti koje se događaju u šumi i šumarskoj struci. Navodeći činjenice, nastojimo pomoći da šumarska praksa, pa i znanost, lakše zauzme stav o pojedinom aktualnom stručnom problemu ili događanjima kako bi štitila šumu i struku. Stoga, osvrnimo se na prošlogodišnje rubrike koje nam ukazuju na probleme koji nas očekuju.

U dvobroju 1-2/2021. najavili smo cjelogodišnje obilježavanje 175-e obljetnice osnivanja Hrvatskoga šumarskog društva (1846. g.) i 145-e obljetnice (1877. g) tiskanja znanstveno-stručnog i staleškog glasila Šumarskog lista. Naveli smo kako je Hrvatsko šumarsko društvo, uz ostalo, ostvarilo svoja dva glavna cilja: uvođenje više šumarske nastave u Hrvatskoj osnivanjem Gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima 1860. godine, a potom Šumarske akademije (danasm Šumarski fakultet) 1898. godine kao četvrte visokoškolske ustanove Zagrebačkog sveučilišta. Tiskanjem prvoga broja svojega glasila, Šumarskog lista 1. siječnja 1877. godine, ostvaren je i drugi cilj. Posebno smo istaknuli kako je već tada usvojeno mišljenje da je za gospodarenje šumskim ekosustavima potrebno visokoškolsko obrazovanje. Upitali smo se kakva je danas situacija sa šumarskom strukom? Zaključili smo: nikakva – svi znaju sve o šumi, a nisu niti „primirisali“ šumarsko obrazovanje bilo kojega ranga. Skrenuli smo pozornost na netržišno gospodarenje šumskim resursima, posebice najvrjednijima, kada izvodom drvne sirovine, a ne drvoprerađivačkih proizvoda izvazimo radna mjesta i obezvrijedujemo dugogodišnji trud šumarskih stručnjaka.

U dvobroju 3-4/2021. raspravljali smo na temu teksta Thomasa Waitza, zastupnika Zelenih u EU, objavljenog pod bombastičnim naslovom „Novo izvješće o krčenju šuma u Hrvatskoj“, na kojega su se odmah „zalijepili“ naši Zeleni. Nakon više od 250 godina gospodarenja našim šumama po načelu potrajnog gospodarenja, ovaj naslov je uvreda hrvatskim stručnjacima. Osim toga, ovo je poistovjećivanje pojmovima krčenja i kontrolirane sječe šuma, što je očiti primjer neznanja, bolje rečeno amaterizma koji danas preplavljuje ne samo šumarsku nego i druge struke. Svakako preporučamo opetovanje pročitati ovu Riječ Uredništva, kako bi imali jaču podlogu za eventualnu raspravu o odnosnoj temi.

U dvobroju 5-6/2021. rubriku smo posvetili „Odlasku čovjeka koji je život posvetio šumi i šumarstvu“. Bez obzira na njegov životni put opširno prikazan u rubrici In memoriam, osvrnuli smo se kratko na najvažnije dijelove toga životnog puta, zaključujući: „Odlaskom profesora Matića završilo je jedno razdoblje, koje će nama suvremenicima ostati u sjećanju kao ne-

zaboravno iskustvo, plemenitog, šumarskog načina života i zajedništva, a koje je rezultiralo njegovanim i očuvanim šumama. Hoće li novi trendovi koji su sve izraženiji u današnjem šumarstvu, a prema kojima su šumarski stručnjaci sve manje povezani sa šumom, ali i međusobno, uspjeti odgovoriti na nove izazove, posebice u okolnostima sve izraženijih klimatskih promjena, tek je za vidjeti.“

U dvobroju 7-8/2021. uz temu: Tko je kriv za loše poslovanje drvoprerađivača? navodimo tekst Europskoga šumarskog instituta i Svjetske banke pod naslovom „Pregled i preporuka za sustav prodaje drvne sirovine Hrvatskih šuma“. Čitamo da se kod nas 93 % drvnih proizvoda prodaje administrativno na temelju dugoročnih ugovora, a tržišno samo 5% (Poljska 89-90 %, Češka 96 %, a Estonija i Francuska približno 100 % tržišno). Hrvatska prodaje drvnu sirovinu po 20-30 % nižoj cijeni u usporedbi s europskim cijenama i cijenama u susjednim zemljama, što čini gubitak od oko 316 milijuna kuna godišnje (hrast 163 milijuna kn, bukva 105 milijuna kn, smreka i jela 48 milijuna kn). S obzirom na gospodarenje po načelu potrajanosti te na kvalitetu i prirodnost naših šuma (čime je osiguran i FSC certifikat – od čega najveći benefit ubiru upravo drvoprerađivači), mišljenje smo da je gubitak i veći.

Što donosi nova EU strategija za šume do 2030. tema je dvobroja 9-10/2021. Smatra se ključnim za ostvarivanje ciljeva Europskoga zelenog plana, smanjenje emisija stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. i klimatske neutralnosti do 2050. godine. Pomaže i ispunjavanje ciljeva EU-a za povećanje uklanjanja CO<sub>2</sub> prirodnim ponorima prema Zakonu o klimi. Strategijom se šumi, šumarima i sektoru koji se temelji na šumi daje središnja uloga u ostvarivanju tih ciljeva. Uz njihovu pomoć očekuje se europski prelazak na moderno, klimatski neutralno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo.

U dvobroju 11-12/2021. pokušali smo sažeti nazovimo prognoze „Što nam donosi Glazgovska klimatska konferencija“. U sklopu potpisane Deklaracije o korištenju šuma i zemljišta, koju je do sada podržalo preko 140 država u kojima se nalazi više od 90 % svjetskih šuma, čelnici zemalja obvezali su se zajednički raditi na zaustavljanju i preokretanju gubitka šuma i degradacije zemljišta do 2030. godine. Glavni cilj konferencije odnosio se na ograničavanje povišenja globalne prosječne temperature na razinu koja je znatno niža od 2 °C iznad razine u predindustrijskom razdoblju. Ovdje nas zabrinjava činjenica da mnogi neupućeni, a mjerodavni, poistovjećuju krčenje šuma i **kontroliranu sjeću šuma koja je uzgojni zahvat u održavanju, a posebice u obnovi šumskih sastojina**. Usprkos našoj visokoj šumovitosti, to bi nam u budućnosti moglo bitno utjecati na dosadašnji dokazano uspješni način gospodarenja našim šumama.

# EDITORIAL

## FORESTS AND FORESTRY IN 2021

We explained the mission of this column in a double issue of Forestry Journal several years ago. We pointed out that the intention of the column was not to teach forestry experts about forestry (the profession which they study at the faculty), but to point to some current events taking place in the forest and the forestry profession. By stating the facts, we try to help the forestry practice and science to take a stand on a particular professional problem or event, all with the view of protecting the forest and the profession. Therefore, let us remind ourselves of last year's columns, which point to the problems that await us in the future.

In the double issue 1-2/2021 we announced the year-round celebration of the 175th anniversary of the founding of the Croatian Forestry Society (1846) and the 145th anniversary (1877) of the publication of the scientific-professional paper Forestry Journal. Among other things, we pointed out that the Croatian Forestry Society achieved its two main goals. The first was the introduction of higher forestry education in Croatia by founding the College of Agriculture and Forestry in Križevci in 1860 and the Academy of Forestry (the present Faculty of Forestry) in 1898 as the fourth higher education institution of the University of Zagreb. The second goal was achieved by publishing the first issue of Forestry Journal on January 1st, 1877. We especially emphasised that the awareness of the need for higher education to manage forest ecosystems was keenly felt even then. We asked ourselves what the current situation was regarding the forestry profession. We concluded it was dire: everybody knows everything about the forest without having the slightest idea of the forestry profession. We also drew attention to the non-market management of forest resources, particularly the most valuable ones, when by exporting wood raw material instead of wood processing products, we export jobs and devalue the long-lasting hard work of forestry experts.

In the double issue 3-4/2021, we discussed the text by Thomas Waitz, representative of the Green Party in the EU, published under the bombastic title "New Report on Deforestation in Croatia", which our Greens immediately "embraced". In view of over 250 years of managing our forests according to the principle of sustainable management, this title is an insult to Croatian experts. In addition, this mixing up of the concepts of deforestation and controlled felling of forests is a blatant example of ignorance, or rather amateurism, which today permeates not only forestry but also other professions. We warmly recommend rereading this Editorial in order to gain a stronger basis for a possible debate of this subject.

The Editorial in the double issue 5-6/2021, was entitled "The demise of a man who has devoted his life to forests and forestry". Although his life path was extensively presented in the column "In memoriam", we briefly described the most important points of his life path, concluding: "The demise of Professor Matić ends a period which we, his contemporaries, will always look upon as an unforgettable experience of living a

noble foresters' life in togetherness, the result of which are well-tended and preserved forests. Will the new trends, increasingly visible in present day forestry, in which foresters have less and less contact with forests and with their colleagues, be able to respond to all the challenges, particularly in the light of distinct climate changes, remains to be seen."

The topic of the double issue 7-8/2021 "Who is to blame for poor business results of wood processors?" is accompanied by the text of the European Forestry Institute and the World Bank, entitled "A survey and recommendations for the wood raw material sale system in the company Croatian Forests Ltd." According to the text, 93 % of wood products in Croatia are sold administratively on the basis of long-term contracts, and only 5 % are sold on the market (Poland 89 - 90 %, Czechia 96 %, and Estonia and France about 100 % on the market). Compared to European prices and prices in neighbouring countries, Croatia sells wood raw material at prices which are 30 – 30 % lower, which incurs a loss of about 316 million kuna annually (oak 163 million kuna, beech 105 million kuna, spruce and fir 48 million kuna). Taking into consideration the principles of sustainable management, as well as the quality and naturalness of Croatian forests (which has earned them the FSC certificate – of which it is the wood processors who reap the highest benefits), we suspect that the losses are even higher than the ones mentioned above.

The topic of the double issue 9-10/2021 was "What does the new EU forest strategy for 2030 bring?" A core part of the European Green Deal, this strategy anticipates a reduction of greenhouse gas emissions by at least 55 % by 2030 and a climate-neutral continent by 2050. It also helps meet EU targets to increase CO<sub>2</sub> removal through natural sinks under the Climate Act. The strategy gives forests, foresters and the forest-based sector a central role in meeting these targets. With their help, a European transition to a modern, climate-neutral, resource-efficient and competitive economy is expected.

The double issue 11-12/2021 was concerned with predictions contained in the text "What does the Glasgow Conference bring us?" As part of the signed Declaration on Forests and Land Use, which has so far been supported by over 140 countries in which more than 90 % of world's forests are located, the leaders pledged to work together to "halt and reverse forest loss and land degradation" by 2030. The main objective of the conference was to limit the increase in global average temperature to a level significantly lower than 2 °C above the level in the pre-industrial period. Here, we are concerned about the fact that those who are uninformed, but in position of authority, equate deforestation and controlled felling, which is a silvicultural operation performed in order to maintain and regenerate forest stands. Despite the fact that Croatia is highly forested, this could significantly affect our proven success in the management of our forests.

# POVEZANOST OBILJEŽJA PRIVATNIH ŠUMOPOSJEDNIKA S RAZINOM NJIHOVE AKTIVNOSTI U OKRUPNJAVANJU ŠUMOPOSJEDA

## CHARACTERISTICS OF PRIVATE FOREST OWNERS IN RELATION TO THEIR ACTIVITIES IN ENLARGEMENT OF FOREST HOLDINGS

Mario BOŽIĆ<sup>1</sup>, Marijana ANDABAKA<sup>1</sup>, Mislav VEDRIŠ<sup>1</sup>, Ernest GORŠIĆ<sup>1</sup>, Krunoslav TESLAK<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Većina privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj ima šumoposjed manji od 1 ha, što predstavlja značajan ograničavajući čimbenik u gospodarenju šumama. Cilj ovoga rada je ispitati povezanost sociodemografskih značajki šumoposjednika i obilježja šumoposjeda s razinom zainteresiranosti šumoposjednika za kupnju, zamjenu ili prodaju čestica pod šumom, u svrhu okrupnjavanja i povećanja suvislosti posjeda. Neposrednim anketiranjem ispitano je 500 šumoposjednika na području kontinentalne Hrvatske. Za dobivene podatke napravljena je statistička deskriptivna obrada, te izračunate mjere korelacije i testiranje razlika pojedinih kategorija. Rezultati ukazuju na jasnu povezanost sociodemografski, regionalnih i drugih obilježja šumoposjednika s razinom zainteresiranosti za okrupnjavanje šumoposjeda. Tipičan šumoposjednik zainteresiran za povećanje šumoposjeda je muškarac mlađi od 50 godina, sa završenom srednjom školom ili fakultetom, iz središnje Hrvatske koji je svoj posjed stekao kupnjom i već je aktivan bilo u udrušama šumoposjednika, bilo da koristi savjetodavne usluge Ministarstva poljoprivrede. Premali udio šumoposjednika zainteresiranih za prodaju šumoposjeda (18,9%) onemogućava daljnje okrupnjavanje. Prema tomu, mjere regulatora treba usmjeriti na proces nasljeđivanja, oprezivanje negospodarenja šumoposjedom i daljnje subvencioniranje aktivnog i disperziranog gospodarenja šumama (biomasa, nedrvni šumske proizvodi, općekorisne funkcije šuma, naknade za pohranu ugljika, naknade za ciljane vrste).

**KLJUČNE RIJEČI:** privatne šume, kupnja šuma, prodaja šuma, okrupnjavanje šumoposjeda, gospodarenje šumama

### UVOD INTRODUCTION

Površina šuma privatnih šumoposjednika u Republici Hrvatskoj (RH), prema šumskogospodarskoj osnovi područja iz 2016 godine (ŠGOP, 2016) iznosi 661.720,89 ha ili 24% ukupne površine šuma RH. Udjelom od gotovo četvrtine ukupne površine predstavljaju značajan, ali trenutno nedo-

voljno iskorišteni prirodan resurs. Zakon o šumama (NN 68/2018), šumoposjednike prema površini šume i šumskog zemljišta dijeli na: male (do 20 ha), srednje (više od 20, a manje od 300 ha) te velike (više od 300 ha). Prema podacima Ministarstva poljoprivrede, privatni šumoposjed veličine do 1 ha („sitni“) ima čak 85,15% šumoposjednika (37,80% površine privatnih šuma), a svega 0,28% posjed veći od 10 ha (13,64% površine privatnih šuma).

<sup>1</sup> prof. dr. sc. Mario Božić, dr.sc. Marijana Andabaka, izv.prof.dr.sc. Mislav Vedriš, doc.dr.sc. Ernest Goršić, izv.prof.dr.sc. Krunoslav Teslak; Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za izmjjeru i uređivanje šuma

\*dopisni autor: Mislav Vedriš, mvedris@sumfak.hr

U Hrvatskoj su obilježja privatnih šumoposjednika istraživana u nekoliko studija (Čavlović, 2004; Paladinić i dr., 2008; Posavec i dr., 2011; Teslak i dr., 2018). Prema tim istraživanjima tipičan „sitni“ privatni šumoposjednik je osoba starije dobi, najčešće umirovljenik ili poljoprivrednik, koji svoj sitni posjed ne može niti želi povećati kupnjom šume, ali isto tako niti ga prodati. Šumu želi zadržati kao neko posebno dobro, iako ona nema za njega gospodarskog značenja. Novije studije (npr. Teslak i dr., 2018; Žunić i Teslak, 2019) bilježe blago povećanje udjela mlađih, obrazovanih šumoposjednika te pojavu krupnijih privatnih šumoposjeda, no u ukupnom broju još uvijek predstavljaju neznanat udio.

Veličina šumoposjeda odlučujući je čimbenik za gospodarenje šumom, a također je vrlo povezana sa stavovima šumoposjednika, što je vidljivo u istraživanju Butlera i dr. (2021). Ograničenja u gospodarenju šumama koja proizlaze iz veličine šumoposjeda prepoznata su u istraživanjima Schurra (2006), Suuriniemi ja dr. (2012), a u Hrvatskoj u objavama Posavca i dr. (2011), Posavca i Beljana (2012), Berte i dr. (2017), te Teslaka i dr. (2018). Usitnjeni, a usto i rascjepkani privatni šumoposjedi u Hrvatskoj, ne otvaraju mogućnosti za razvoj gospodarenja u šumama privatnih šumoposjednika (Božić i dr., 2011). Jasno je da su mogućnosti i očekivanja od bavljenja šumarstvom značajno različita između šumoposjednika s posjedom veličine od 1 ha i onoga s posjedom od 100 ili više ha, a održivo gospodarenje moguće je jedino na većim šumoposjedima (Glück i dr., 2010). Minimalna površina šume za samostalno funkciranje šumoposjeda trebala bi iznositi okvirno 5–20 ha, pri čemu je 5 ha minimum za samoopskrbu ogrjevnim drvom, a 10 i više ha je potrebno u svrhu multifunkcionalnog, ali primarno na drvo orientiranog gospodarenja (Schurr, 2006). Ozbiljno bavljenje šumarstvom ne može se očekivati od šumoposjednika koji imaju posjed manji od 20 ha (Pelzman i Čavlović, 2003).

Povećanjem ukupne površine šuma privatnih šumoposjednika u Hrvatskoj uz povećanu potražnju za drvnim proizvodima povećava se i značajnost privatnog šumarstva u zajednici (Teslak i dr., 2018.). Daljnji razvoj povećanja proizvodnje drvnih i nedrvnih proizvoda šuma, ali i stabilnosti šumskih ekosustava privatnih šuma opterećen je porastom ograničenja u gospodarenju proizašlih iz porasta površina u nekom obliku stroge zaštite. Daljnja ograničenja mogu se očekivati uslijed zahtjeva za smanjenjem emisija ugljika, ograničavanju količine sječa i destimuliranja uporabe drva za ogrjev. Često sami šumoposjednici smatraju da negospodarenjem doprinose zaštiti prirode (Ficko i Bončina 2015, Žunić i Teslak 2019) što je posebno izraženo za šumoposjednike koji su posjed naslijedili, žive u gradu i materijalno su osigurani. Na postojeća i buduća ograničenja i izazove u gospodarenju šumama otporniji će biti po-

vršinom veći šumoposjedi i posjedu posvećeniji šumoposjednici.

Stoga je cilj ovog istraživanja ispitati zainteresiranost šumoposjednika za kupnju, zamjenu ili prodaju svojih čestica pod šumom, u svrhu okrupnjavanja i povećanja kompaktnosti posjeda, te analiza utjecaja sociodemografskih značajki šumoposjednika i obilježja šumoposjeda na tu zainteresiranost.

## MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

### Anketiranje šumoposjednika – *Survey of forest owners*

Za uspješnost reguliranja i provedbe svih promjena vezanih za privatne šume ključno je istražiti razmišljanja samih šumoposjednika. U tu svrhu provedeno je anketiranje šumoposjednika putem anketnih upitnika o sociodemografskim karakteristikama šumoposjednika, obilježjima šumoposjeda te zainteresiranosti šumoposjednika za kupnju (K), zamjenu (Z) i prodaju (P) čestica pod šumom.

S obzirom na nerazvijeno tržište prodaje zemljišta (čestica) pod šumom (Posavec i dr., 2006), upitno je koliko će oni koji bi htjeli kupnjom povećati svoj posjed biti u prilici kupiti susjedne šumske čestice. Stoga je u upitniku kupnja razlučena na dvije potkategorije: zainteresiranost za kupnju susjednih čestica (Kupnja) te za kupnju čestica koje se ne naslanjaju na njihov trenutni šumoposjed (Kupnja 2), u svrhu povećanja posjeda ili postizanja kompaktnosti naknadnom kupnjom ili zamjenom čestica.

Istraživanje je provedeno kao neposredno anketiranje uz pomoć zaposlenika Hrvatske poljoprivredno-šumarske savjetodavne službe na područjima sa (većinom) značajnijim udjelima privatnih šuma (Krajter Ostojić i dr., 2015). Anketa je provedena tijekom proljeća 2018. godine, među šumoposjedicima za koje su anketari imali saznanja da posjeduju šumu, a bili su voljni ispuniti anketu. Ukupno je anketirano 500 privatnih šumoposjednika, a konačnu bazu za statističke analize čini 487 ispitanih, jer su provjerom ispunjenih anketa u nekima (13) uočeni značajniji propusti pri ispunjavanju, te su izuzete iz daljne obrade. S obzirom na veličinu uzorka te pretpostavke da su prikupljeni uzorci reprezentativni u odnosu na stvarnu populaciju privatnih šumoposjednika, rezultati se mogu smatrati relevantnim i odražavaju zainteresiranost privatnih šumoposjednika u Republici Hrvatskoj za kupnju, prodaju i zamjenu šumoposjeda.

Anketirani šumoposjednici upoznati su sa svrhom ankete te su odgovarali na opća pitanja i pitanja o zainteresiranoći za aktivnosti radi okrupnjavanja šumoposjeda (kupnja, zamjena, prodaja). Opća pitanja odnose se na obilježja sa-

mih ispitanika (spol, dob, stručna spremam i socijalni status), obilježja šumoposjeda (lokacija šumoposjeda, površina šumoposjeda) te na pokazatelje uključenosti u gospodarenje šumoposjedom (način stjecanja šumoposjeda, stupanj zainteresiranosti za gospodarenje, članstvo u udrugama šumoposjednika, upis u Upisnik šumoposjednika te koriste li se uslugama šumarske Savjetodavne službe). Zainteresiranost za provođenje aktivnosti je iskazana ocjenom 1-5, pri čemu ocjena 1 predstavlja potpunu nezainteresiranost, a ocjena 5 najveću zainteresiranost.

Dob je prikupljena kao kontinuirano obilježje, ali je za potrebe obrade podataka svrstana u tri kategorije: [20-50), [50-70) te [70+) godina, a površina šumoposjeda u pet kategorija: <1 ha, [1-5), [5-20), [20-50) te [50+) hektara. Na temelju načina na koji su stekli šumoposjed, šumoposjednici su svrstani u tri kategorije: nasljeđivanjem, kupnjom šuma nakon demokratskih promjena u RH, kada se na vlasništvo prestalo negativno gledati (kupnjom) te povratom šuma oduzetih za vrijeme komunističke vladavine (povratom).

Istraživanja je obuhvatilo šumoposjede na području sljedećih županija: Zagrebačke (ZZ), Sisačko-moslavačke (SMŽ), Varaždinske (VŽ), Bjelovarsko-bilogorske (BBŽ), Primorsko-goranske (PGŽ) i Međimurske (MŽ).

### Obrada podataka – Data analysis

Na temelju podataka o obilježjima šumoposjeda i šumoposjednika iz anketnih listića formirana je baza podataka. Provedena je njihova analiza i provjera te ispravak krivo unesenih, nerealnih i nelogičnih podataka. Obrada podataka provedena je u programskom paketu MS Excel te programskom paketu Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc., 2018).

U ovom radu analizirana je zainteresiranost šumoposjednika za okrupnjavanje šumoposjeda kroz sljedeće aktivnosti (varijable iz upitnika):

- kupnja susjednih čestica (Kupnja)
- kupnja čestica koje nisu susjedne (Kupnja 2)
- zamjena čestica (Zamjena)
- prodaja čestica (Prodaja)

Za navedene varijable izračunate su aritmetička sredina i medijan. Usporedba ocjena između kategorija je zbog nehomogenosti varijanci provedena Mann-Whitneyjevim, odnosno Kruskal-Wallisovim testom (za usporedbu više od dviju kategorija).

Povezanost varijabli iskazana je Spearmanovom korelacijom rangova. Kod svih analiza zadana je razina značajnosti 0,05.

Radi jasnijeg prikaza rezultata za dio analiza ocjena zainteresiranosti za kupnju, prodaju i zamjenu prevedena je u tri kategorije: Jako zainteresirani – ocjene 4 i 5 (oznaka +), srednje zainteresirani – ocjena 3 (oznaka ±) te nezainteresirani – ocjene 1 i 2 (oznaka –).

### REZULTATI ISTRAŽIVANJA

#### RESULTS

Među ispitanicima prevladavaju muškarci (80,3% svih ispitanika), starije osobe (iznad 50 godina je gotovo 70% ispitanika) te ispitanici sa srednjom stručnom spremom (58,2%). Zaposlenih je približno 50%, a umirovljenika 40%. Najveći je udio ispitanika iz Primorsko-goranske županije (31,7%). Gotovo polovica ispitanika posjeduje šumu veličine 1-5 ha, dok je 32,2% ispitanika sa šumoposjedom manjim od 1 ha (tablica 1).

Većina ispitanika (tablica 2) posjed je stekla nasljeđivanjem (76,2%), srednje su zainteresirani za gospodarenje (51,3%), nisu članovi udruga šumoposjednika (86,9%), niti su upisani u Upisnik (73,1%), ali koriste usluge šumarske savjetodavne službe (58,1%).

Za kupnju susjednih čestica (Kupnja) više su zainteresirani muškarci, mlađi šumoposjednici, više stručne spreme, koji su samozaposleni ili nezaposleni, imaju posjed na području Bjelovarsko-Bilogorske ili Sisačko-Moslavačke županije te imaju veći šumoposjed (tablica 1), odnosno šumoposjednici koji su posjed stekli kupnjom, iskazuju jaku zainteresiranost za gospodarenje svojim šumoposjedom, članovi su neke od udruga šumoposjednika, upisani su u Upisnik šumoposjednika te koriste usluge Šumarske savjetodavne službe (tablica 2).

Zainteresiranost za kupnju čestica koje nisu susjedne (Kupnja 2) očekivano je nešto niža u odnosu na kupnju susjednih čestica (Kupnja), ali postoji visok stupanj korelacije između ove dvije aktivnosti (0,82).

Zainteresiranost za zamjenu čestica (Zamjena) je nešto niža u odnosu na zainteresiranost za kupnju susjednih čestica. Za zamjenu su zainteresirani mlađi šumoposjednici, više stručne spreme koji imaju šumoposjed na području Bjelovarsko-Bilogorske i Primorsko-goranske županije, koji imaju šumoposjede veličine [20-50) ha (tablica 1) te koji su posjed stekli povratom ili kupnjom, jako su zainteresirani za gospodarenje šumom, članovi su udruga šumoposjednika te su upisani u Upisnik (tablica 2).

Za prodaju šumoposjeda (Prodaja) zainteresiranije su žene, šumoposjednici stariji od 70 godina, umirovljenici, šumoposjednici koji imaju posjed u Sisačko-Moslavačkoj i Primorsko-goranskoj županiji (tablica 1), koji su posjed stekli povratom te koji nisu zainteresirani za gospodarenje šumom (tablica 2). Međutim svakako valja uočiti da je prosječna zainteresiranost za prodaju puno manja nego za kupnju. Ispitanika koji su jako zainteresirani za kupnju ima 35,2% u ukupnom uzorku, a jako zainteresiranih za prodaju svega 18,9%.

Povećanje površine šumoposjeda moguće je samo ako u isto vrijeme s jedne strane imamo one koji su spremni kupiti, a s druge strane one koji bi svoj šumoposjed bili spre-

**Tablica 1.** Zainteresiranost šumoposjednika za kupnju, zamjenu i prodaju šumoposjeda s obzirom na obilježja šumoposjednika i šumoposjedna.

**Table 1.** Level of interest for purchase, substitution and sale of forest holding in relation to characteristics of forest owners and forest area

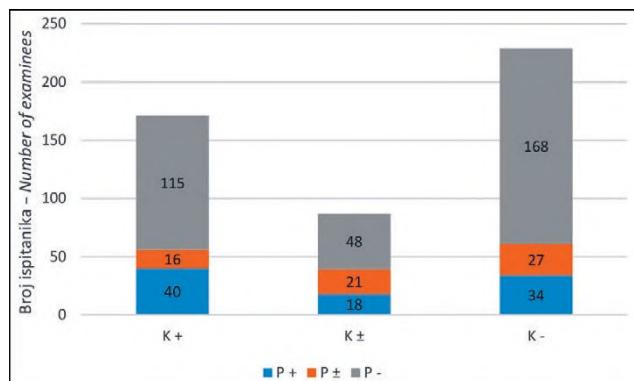
Obilježje – characteristic	Kategorija – category	n	n, %	Kupnja – purchase			Kupnja 2 – purchase 2			Zamjena – substitution			Prodaja – sale									
				A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %							
Svi – all		487	2.72	3.0			35.2	2.39	2.0		26	2.59	2.0		32.1	2.02	1.0					
M		391	80.3	2.87	3.0		a	39.1	2.50	2.0		29.2	2.64	3.0		33.2	1.96	1.0				
Spol – sex	ž	96	19.7	2.11	1.0		a	18.8	1.92	1.0		a	13.5	2.36	2.0		27.1	2.26	1.0			
Dob – age	[20–50)	163	33.5	3.38	3.0		a,b	49.7	2.95	3.0		a,b	39.9	2.99	3.0		0.0002	a,b	42.9	1.98	1.0	
	[50–70)	233	47.8	2.53	2.0		<0.0001	a,c	30.0	2.22	1.0		a	20.6	2.44	2.0		a	26.6	1.94	1.0	
	[70+)	89	18.3	2.01	1.0		b,c	21.3	1.82	1.0		b	15.7	2.25	2.0		b	25.8	2.33	2.0		
Stručna spremja – education	Niža – low	67	13.8	2.18	1.0		a,b	25.4	1.88	1.0		a,b	16.4	2.15	1.0		0.0036	a	22.4	1.91	1.0	
	Srednja – secondary	284	58.3	2.76	3.0		0.0056	a	35.2	2.50	2.0		0.0065	a	29.6	2.56	2.0		31.7	1.98	1.0	
	Viša + – high	133	27.3	2.92	3.0		b	39.8	2.41	2.0		b	23.3	2.90	3.0		a	38.3	2.19	1.0		
Nezaposlen – unemployed		27	5.5	3.04	3.0			44.4	2.81	3.0			37.0	3.00	3.0		0.0319		40.7	2.00	1.0	
Radni status – work status	Umirovljenik – retired	194	39.8	2.32	2.0		a,b	23.7	2.10	1.0		a	19.6	2.35	2.0		a	27.8	2.21	1.0		
	Zaposlen – employed	207	42.5	2.90	3.0		0.0001	a	41.1	2.42	2.0		0.0005		24.6	2.66	3.0		31.9	1.92	1.0	
	Samozaposlen – self-employed	57	11.7	3.30	3.0		b	47.4	3.05	3.0		a	47.4	2.98	3.0		a	43.9	1.77	1.0		
I ZZ		47	9.7	2.62	2.0			31.9	2.53	2.00			29.8	2.38	2.00		0.0015		25.5	1.98	1.00	
III SMŽ		95	19.5	3.06	3.0		a	42.1	2.68	3.00		a	31.6	2.64	3.00				29.5	2.40	2.00	
V VŽ		75	15.4	2.72	3.0			36.0	2.19	2.00			17.3	2.27	1.00				24.0	1.45	1.00	
Lokacija – location	VII BBŽ	30	6.2	3.53	4.0		0.0009	b	53.3	3.07	3.00		0.001	b	46.7	3.30	4.00		a	60.0	1.80	1.00
	VIII PGŽ	154	31.6	2.36	2.0		a,b	24.7	2.05	1.00		a,b	16.9	2.81	3.00		b	39.0	2.20	1.00		
	XX MŽ	61	12.5	2.89	3.0			45.9	2.56	3.00			36.1	2.11	1.00		a,b	21.3	1.72	1.00		
Površina šumoposjeda – forest area	<1 ha	157	32.2	2.38	2.0		a	26.8	2.18	1.0			21.0	2.25	1.0		<0.0001	a,b	22.9	2.06	1.0	
	[1–5)	242	49.7	2.84	3.0			36.8	2.43	2.0			25.2	2.62	3.0				32.2	1.97	1.0	
	[5–20)	59	12.1	3.20	3.0		0.0027	a	49.2	2.78	3.0		0.0302		40.7	3.19	3.0		a	49.2	2.10	1.0
	[20–50)	11	2.3	2.91	3.0				45.5	2.91	3.0			45.5	4.00	5.0		b	72.7	2.27	2.0	
	[50+)	4	0.8	4.00	5.0				75.0	4.00	5.0			75.0	2.50	2.0			25.0	2.00	2.0	

Legenda: n – veličina uzorka, n (%) – udio ispitanika, A.s. – aritmetička sredina, Med. – medijan, p – značajnost testiranja, SZR – razlike statistički značajne između kategorija s istim slovom unutar obilježja, +, % – postotni udio jako zainteresiranih. Legend: n – sample size, n (%) share of respondents, A.s. – arithmetic mean, Med. – median, p – level of significance, SZR – statistically significant differences between categories with same letter, +, % – share of very interested respondents

**Tablica 2.** Zainteresiranost šumoposjednika za kupnju, zamjenu i prodaju šumoposjeda s obzirom na pokazatelje uključenosti šumoposjednika u gospodarenje šumoposjedom.  
**Table 2.** Level of interest for purchase, substitution and sale of forest holding in relation to activities in forest management

Obilježje – characteristic	Kategorija – category	Kupnja - purchase						Kupnja 2 - purchase 2						Zamjena - substitution						Prodaja - sale					
		n	n, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %	A.s.	Med.	p	SZR +, %		
Svi – all		487	2.72	3.0			35.2	2.39	2.0		26	2.59	2.0		32.1	2.02	1.0		18.9						
Naslijedivanjem – inheritance	Kupnjom – purchase	371	2.44	2.0	a	26.7	2.13	1.0	a	19.1	2.41	2.0	a,b	27.8	1.96	1.0		17.3							
Pojed ste stekli: – mean of acquisition	Povratom – restitution	95	19.5	3.87	5.0	<0.0001	a,b	67.4	3.44	4.0	<0.0001	a	53.7	3.19	3.0	<0.0001	a	45.3	2.12	1.0	0.0986			23.2	
Zainteresirani za gospodarenje – interested for forest management	Jako – very	187	38.4	3.47	4.0	a,b	57.8	2.98	3.0	a,b	42.8	2.93	3.0	a,b	43.3	1.86	1.0	a	18.2						
Srednje – moderate	Nimalo – not interested	250	51.3	2.41	2.0	<0.0001	a,c	23.6	2.14	2.0	<0.0001	a,c	18.0	2.46	2.0	0.0003	a	27.2	2.05	1.0	0.0073			17.2	
Član udruge – member of association	Da – Yes	62	12.7	3.45	4.0	0.0001	a	58.1	3.00	3.0	0.0005	a	38.7	2.95	3.0	0.0482	a	40.3	1.98	1.0	0.8072			19.4	
Ne – No		423	86.9	2.61	2.0		31.7	2.29	2.0		23.9	2.53	2.0		30.7	2.02	1.0		18.7						
Upisani u Upisnik – registered	Da – Yes	121	24.8	3.43	4.0	<0.0001	a	55.4	3.01	3.0	<0.0001	a	43.8	2.93	3.0	0.0067	a	44.6	2.07	1.0	0.6100			19.8	
Ne – No		356	73.1	2.51	2.0		a	28.9	2.20	1.5		a	20.8	2.48	2.0		a	27.8	2.00	1.0				18.5	
Koristite usluge ŠSS – using forest services	Da – Yes	283	58.1	2.99	3.0	<0.0001	a	42.8	2.60	2.0	0.0002	a	32.1	2.65	3.0	0.2623		33.9	1.98	1.0	0.3947	19.4			
Ne – No		197	40.5	2.34	2.0		a	24.9	2.06	1.0		a	16.8	2.49	2.0			28.9	2.06	1.0				17.8	

Legenda: n – veličina uzorka, n (%) – udio ispitanika, A.s. – aritmetička sredina, Med. – medijan, p – značajnost testiranja, SZR – razlike statistički značajne između kategorija s istim slovom unutar obilježja, +, – – postotni udio jako zainteresirani. Legend: n – sample size, n (%) share of respondents, A.s. – arithmetic mean, Med. – median, p – level of significance, SZR – statistically significant differences between categories with same letter, +, – – share of very interested respondents



**Slika 1.** Udjeli ispitanika prema zainteresiranosti za kupnju (K) i prodaju (P) šumoposjeda; jako zainteresirani (+), srednje zainteresirani (±) i nezainteresirani (–).

**Figure 1.** Share of respondents according to their interest for buying (K) and selling (P) forest area; very interested (+), moderately interested (±) and not interested (–).

mni prodati. Niska, pozitivna i statistički neznačajna korelacija između kupnje i prodaje (0,07) razlog što su načinjene dodatne analize u kojima će se promotriti kombinacije zainteresiranosti pojedinih šumoposjednika za kupnju, prodaju i zamjenu. Rezultati tih analiza prikazani su na slici 1 i tablicama 3 i 4.

Iz slike 1 vidi se da čak 168 ispitanika (34,5% svih ispitanih) nije zainteresirano niti za kupnju niti za prodaju šumoposjeda, pri čemu njih 81,5% (od tih 168) nije zainteresirano niti za zamjenu. Pitanje je da li ispitanike koji iskazuju jaku zainteresiranost i za kupnju i za prodaju (njih 40) možemo promatrati kao one koji bi željeli povećati svoj šumoposjed, posebno ako uzmemo u obzir da je njih čak 72,5% jako zainteresirano i za zamjenu čestica. Očekivani odgovor, da su jako zainteresirani za kupnju, a nezainteresirani za prodaju odnosno obratno dalo je 115 odnosno 34 ispitanika (slika 1). To je ukupno 30,6 % svih ispitanika. Upravo ove dvije kategorije su oni šumoposjednici koji su zanimljivi u postupku povećanja šumoposjeda, te su detaljnije analizirani (tablice 3 i 4).

U ukupnom uzorku muškarci su zastupljeni s 80,3%, a u uzorku onih koji su jako zainteresirani za kupnju, a nezainteresirani za prodaju šumoposjeda muškaraca je 93% (tablica 3). Naprotiv, udio žena u ukupnom uzorku iznosi 19,7%, a među nezainteresiranim za kupnju, a jako zainteresiranim za prodaju taj se udio povećava na 36,4%.

Značajnije povećanje udjela pojedinih kategorija među onima koji su jako zainteresirani za kupnju, a nezainteresirani za prodaju u odnosu na ukupni uzorak, također se vidi kod najmlađih ispitanika, više stručne spreme, zaposlenih, šumoposjednika iz Varaždinske županije te šumoposjednika s posjedom 1-50 ha (tablica 3), odnosno šumoposjednika koji su posjed stekli kupnjom, koji su jako zainteresirani za gospodarenje, koji su članovi udruga,

**Tablica 3.** Udjeli ispitanika jako zainteresiranih za kupnju a nezainteresiranih za prodaju (Kupnja + prodaja–) odnosno nezainteresiranih za kupnju a jako zainteresiranih za prodaju šumoposjeda (Kupnja–prodaja+) prema obilježjima šumoposjednika te obilježjima šumoposjeda.

**Table 3.** Share of respondents very interested in purchase and not interested in selling (Kupnja + prodaja–) and not interested in purchase and very interested in selling (Kupnja– prodaja+) according to characteristics of forest owners and forest area

		Kupnja + Prodaja –		Kupnja – Prodaja +	
Obilježje – characteristic	Kategorija – category	n1	n1/n, %	n2	n2/n, %
	Svi – all	115	23.6	34	7.0
Spol – sex	M	107	27.4	21	5.4
	Ž	8	8.3	12	12.5
Dob – age	[20–50)	55	33.7	2	1.2
	[50–70)	48	20.6	17	7.3
	[70+)	11	12.4	5	16.9
Stručna spremja – education	Niža – low	9	13.4	6	9.0
	Srednja – secondary	69	24.3	15	5.3
	Viša+ – high	36	27.1	13	9.8
Radni status – work status	Nezaposlen – unemployed	7	25.9	0	0.0
	Umirovljenik – retired	29	14.9	23	11.9
	Zaposlen – employed	58	28.0	8	3.9
	Samozaposlen – self-employed	20	35.1	3	5.3
Lokacija – location	I ZŽ	8	17.0	1	2.1
	III SMŽ	23	24.2	5	5.3
	V VŽ	25	33.3	7	9.3
	VII BBŽ	12	40.0	0	0.0
	VIII PGŽ	23	14.9	11	7.1
	XX MŽ	22	36.1	5	8.2
Površina šumoposjeda – forest area	<1 ha	26	16.6	14	8.9
	[1–5)	64	26.4	13	5.4
	[5–20)	20	35.9	5	8.5
	[20–50)	4	36.4	2	18.2
	[50+)	1	25.0	0	0.0

upisani u Upisnik i koriste usluge Šumarske savjetodavne službe (tablica 4). Značajnije smanjenje udjela zainteresiranih za kupnju uočava se kod najstarijih šumoposjednika, niže stručne spreme, umirovljenika, šumoposjednika iz Primorsko-goranske županije, šumoposjednika s najmanjom površinom šumoposjeda, te onih koji su posjed stekli nasljedivanjem (tablice 3 i 4).

Značajnije povećanje udjela pojedinih kategorija među onima koji su nezainteresirani za kupnju, a jako zainteresirani za prodaju u odnosu na ukupni uzorak, osim kod žena opaža se i kod najstarijih šumoposjednika, šumoposjednika sa višom stručnom spremom, umirovljenika, šu-

**Tablica 4.** Udjeli ispitanika jako zainteresiranih za kupnju a nezainteresiranih za prodaju, (Kupnja + prodaja–) odnosno nezainteresiranih za kupnju, a jako zainteresiranih za prodaju šumoposjeda (Kupnja–prodaja+) s obzirom na pokazatelje uključenosti u gospodarenje šumoposjedom.

**Table 4.** Share of respondents very interested in purchase and not interested in selling (Kupnja + prodaja–) and not interested in purchase and very interested in selling (Kupnja– prodaja+) according to activities in forest management

		Kupnja + Prodaja –		Kupnja – Prodaja +	
Obilježje – characteristic	Kategorija – category	n1	n1/n, %	n2	n2/n, %
	Svi – all	115	23.6	34	7.0
Posjed ste stekli: – mean of acquisition	Nasljedivanjem – inheritance	70	18.9	27	7.3
	Kupnjom – purchase	42	44.2	3	3.2
	Povratom – restitution	1	7.7	2	15.4
Zainteresirani za gospodarenje – interested for forest management	Jako – very	77	41.2	9	4.8
	Srednje – moderate	37	14.8	14	5.6
	Nimalo – not interested	1	2.0	11	22.0
Član udruge – memeber of association	Da – Yes	22	35.5	1	1.6
	Ne – No	93	22.0	32	7.6
Upisani u Upisnik – registered	Da – Yes	44	36.4	4	3.3
	Ne – No	71	19.9	29	8.1
Koristite usluge ŠSS – using forest services	Da – Yes	81	28.6	14	4.9
	Ne – No	33	16.8	18	9.1

moposjednika iz Varaždinske i Međimurske županije (tablica 3), šumoposjednika koji su šumoposjed stekli nasljedivanjem, koji nisu zainteresirani za gospodarenje, nisu članovi udruga, upisani u upisnik niti koriste usluge Šumarske savjetodavne službe (tablica 4).

Ako usporedimo rezultate u tablicama 1 i 2 s rezultatima u tablicama 3 i 4, vidimo da je udio onih koji su jako zainteresirani za kupnju, a nezainteresirani za prodaju šumoposjeda (23,6) za 11,6% manji od udjela onih koji su jako zainteresirani za kupnju (35,2). Navedeno je posebno izraženo kod šumoposjednika koji su posjed stekli povratom odnosno kupnjom, nezaposlenih, najmlađih šumoposjednika te šumoposjednika koji posjed imaju u Sisačko-moslavačkoj županiji. Najmanja razlika je kod šumoposjednika koji imaju šumoposjed u Varaždinskoj županiji (2,7%). S druge strane postotak onih koji su nezainteresirani za kupnju, a jako su zainteresirani za prodaju (7,0) je za 11,9% manji od postotka onih koji su zainteresirani za prodaju (18,9). Među šumoposjednicima Varaždinske županije nema razlike.

Izraženiji interes za povećanjem šumoposjeda (žeće kupiti, ne žeće prodati) iskazali su: muškarci, mlađi šumoposjednici, više stručne spreme, samozaposleni, koji imaju šumoposjed na prostoru Bjelovarsko-bilogorske, Međimurske ili Varaždinske županije, koji imaju posjed između 5 i 50 ha,

koji su posjed stekli kupnjom, jako su zainteresirani za gospodarenje (tablice 3 i 4 – kolona n1/n, %). Izraženiji interes za smanjenjem šumoposjeda (ne žele kupiti, žele prodati) iskazali su: žene, stariji šumoposjednici, umirovljenici, šumoposjednici koji imaju šumoposjed na prostoru Varaždinske županije, šumoposjednici koji imaju posjed veličine 20-50 ha, koji su šumoposjed stekli povratom, nisu zainteresirani za gospodarenje (tablice 3 i 4 – kolona n2/n, %).

Od šumoposjednika koji su posjed stekli povratom, samo jedan šumoposjednik (7,7%) zainteresiran je za povećanje posjeda. U isto vrijeme samo 3 šumoposjednika (3,2%) od onih koji su posjed stekli kupnjom voljni su isti prodati, a da pri tome nemaju namjeru kupiti neki drugi šumoposjed (tablica 3).

## RASPRAVA DISCUSSION

Dobivena sociodemografska struktura ispitanika (dob, spol, obrazovanje) odgovara do sada provedenim istraživanjima populacije privatnih šumoposjednika (Čavlović, 2004; Posavec i dr. 2015, Curman i dr. 2016., Teslak i dr., 2018), što ukazuje na reprezentativnost uzorka i vjerodostojnost dobivenih rezultata. Udio šumoposjeda manjih od 1 ha u ovom istraživanju je znatno manji (32,2%) nego u drugim istraživanjima ili podacima Ministarstva poljoprivrede (85,2%), što ipak nije neobično s obzirom na način odabira uzorka i provođenja ankete.

Rezultati rada ukazuju na regionalne razlike u stavovima šumoposjednika prema okrupnjavanju šumoposjeda. Ako promotrimo stupanj zainteresiranosti za npr. kupnju susjednih čestica, najzainteresiraniji za kupnju su ispitanici iz Bjelovarsko-bilogorske županije, muškarci, mlađi, koji su samozaposleni ili nezaposleni te oni koji su jako zainteresirani za gospodarenje. Suuriniemi i dr. (2012) isto tako potencijal za proširenje šumoposjeda vide kod muškaraca i mlađih šumoposjednika, kao i šumoposjednika koji rade u sektoru šumarstva te imaju izrađene planove za gospodarenje. Najnezainteresiraniji za kupnju su ispitanici iz Primorsko-goranske županije, žene, stariji, umirovljenici ili zaposleni te oni koji nisu nimalo zainteresirani za gospodarenje svojom šumom.

Veća zainteresiranost mlađih šumoposjednika za kupnju šume, ali i gospodarenje njome temelj je za promišljanje o poticanju starijih šumoposjednika da šumoposjed prenesu na mlađe članove obitelji (uz uvjet da su mlađi članovi zainteresirani) u nenasljednom postupku, dakle darivanjem istog za svog života ili da prodaju šumoposjed.

Stupanj zainteresiranosti za kupnju susjednih čestica (Kupnja) povećava se povećanjem površine šumoposjeda do kategorije 5-20 ha (tablica 1). Upravo tu površinu (5-20 ha)

navodi Schurr (2006) kao minimalnu za samostalno funkcioniranje šumoposjeda.

Veća zainteresiranost samozaposlenih i nezaposlenih za kupnju, vjerojatno je potaknuta željom da povećanjem šumoposjeda poboljšaju svoje financijske prilike. Pri tome je upitno kojim bi sredstvima finansirali kupnju šume, što otvara pravac kojim bi trebala ići potpora državnih institucija. Nezaposleni kroz gospodarenje šumom mogu ostvariti zaposlenje, a samozaposleni radom u šumi vide mogućnost „dodatnih prihoda“ u vremenu kada nemaju previše angažmana u temeljnoj djelatnosti (npr. poljoprivrednici zimi) te disperziji djelatnosti u cilju kontinuiranijih prihoda. Većina šumoposjednika slabijeg je imovinskog statusa (Žunić, 2018) te je sukladno tome opravданo da na svoju šumu gledaju kao potencijalni izvor dodatnog prihoda, a uzimajući u obzir gospodarsko, socijalno i demografsko stanje u Hrvatskoj.

Nakon umirovljenika najmanje zainteresirani za okrupnjavanje šumoposjeda kroz kupnju susjednih čestica su zaposleni. To je na neki način razumljivo, jer oni financijska sredstva potrebna za život ostvaruju kroz dohodak od zaposlenja te eventualni prihod od šume ne vide kao nekakav potencijal za poboljšanje životnog standarda, posebno uz činjenice da bi kupnju šume plaćali iz postojećih prihoda ili (nepovoljnih) kredita. Financijski relativno osigurani šumoposjednici svoj šumoposjed doživljavaju kao siguran oblik štednje odnosno ulaganje u budućnost, te u pravilu naglašavaju ekološke funkcije šumoposjeda (Žunić i Teslak, 2019).

Logično je i da se stupanj zainteresiranosti za kupnju susjednih čestica (Kupnja) posebno jako povećava povećanjem stupnja zainteresiranosti za gospodarenje šumom (tablica 2). I prema drugim istraživanjima (Suuriniemi i dr., 2012), mlađi šumoposjednici cijene ekonomске vrijednosti vlasništva i aktivni su na svojim šumoposjedima te će vrlo vjerojatno htjeti proširiti svoje šumoposjede.

Veći stupanj zainteresiranosti za kupnju čestica očekivano je puno veći kod ispitanika koji su šumu kupili (tablica 2). To je i razumljivo, jer oni su svoju zainteresiranost za kupnju već demonstrirali, a ovi rezultati ukazuju da su voljni i nadalje kupovati, odnosno povećavati svoj šumoposjed. To je u skladu s rezultatima Suuriniemi i dr. (2012), koji zaključuju da su upravo šumoposjednici koji su šumoposjed kupili na otvorenom tržištu oni koji će najvjerojatnije proširiti svoje vlasništvo.

Za okrupnjavanje zainteresirani šumoposjednici svoj posjed bi proširili ponajprije kroz kupnju dodirnih (susjednih) čestica. Manji stupanj zainteresiranosti za kupnju čestica koje nisu susjedne (Kupnja 2) očekivano je niži od stupnja zainteresiranosti za kupnju susjednih čestica (Kupnja) kod svih kategorija ispitanika, osim kod šumoposjednika s posjedom veličine 20 i više ha koji su jednakо zainteresirani za kupnju, bez obzira jesu li čestice susjedne ili ne.

Osim kupnjom, okrupnjavanje šumoposjeda se može unaprijediti i zamjenom čestica. Zamjena čestica svojstvena je u širim (regionalnim) i sveobuhvatnim projektima sredjivanja pravnog i prostornog stanja zemljišta najčešće pokrenuta od strane javne uprave. Pojedinačne inicijative rijetke su zbog kompleksnog ujednačavanja vrijednosti pojedinih čestica. Iz uzorka kao najzainteresiraniji za zamjenu čestica izdvojili su se nezaposleni i samozaposleni šumoposjednici. Njihovu najveću zainteresiranost za zamjenu čestica pokušali smo dovesti u vezu sa udaljenosti njihovog šumoposjeda od mjesta prebivališta. Međutim kako udaljenost nije promatrana za svaku česticu nego kao prosjek za posjed, nije istražena njihova međuvisnost. Pretpostavljamo da je udaljenost između lokacije šumoposjeda i prebivališta šumoposjednika isto tako razlogom većeg stupnja zainteresiranosti za zamjenu čestica nego za kupnju susjednih čestica kod ispitanika koji su šumu dobili povratom, jer su se od vremena gubitka vlasništva udaljili od šumoposjeda i gospodarenja njime.

Za okrupnjavanje šumoposjeda odlučujuća je i raspoloživost čestica pod šumom na tržištu za prodaju. Jaku zainteresiranost za prodaju iskazalo je samo 18,9% ispitanika, što je ipak dosta više nego u istraživanjima Žunić (2018), gdje je za prodaju (kategorije „svakako da“ i „vjerljivo da“) zainteresirano svega 7,7% ispitanika, odnosno sličnom istraživanju za područje Njemačke savezne države Mecklenburg Vorpommern (Schröder i dr., 2008) gdje je iznosila 11%. Kao razloge niske zainteresiranosti za prodaju šumoposjeda smatramo stavove šumoposjednika koji prema rezultatima Žunić (2018) šumu doživljavaju kao obiteljsko nasljeđe; žele očuvati šumarsku tradiciju obitelji ili kraja te promatraju šumu kao izvor sigurnosti u iznimnim i neočekivanim situacijama. Činjenice da šumoposjednici u najvećoj mjeri nasljeđuju šumu u obitelji i iz tog razloga je ne žele prodati kao ni udruživati se s drugim šumoposjednicima radi gospodarenja, upućuju na duboku emocionalnu povezanost šumoposjednika sa šumom (Glück i dr., 2010).

Rezultati ukazuju i na malu i statistički neznačajnu korelaciju između stupnja zainteresiranosti za kupnju i prodaju što vidimo kao jedan od većih problema u postupku okrupnjavanja. Ona je posljedica prije svega male zainteresiranosti šumoposjednika za prodaju (tablica 2). Za okrupnjavanje šumske površine idealno bi bilo da je ta korelacija negativna, visoka i statistički značajna. Međutim, iz dobivenih rezultata slijedi da oni koji su zainteresirani za kupnju, u biti nemaju od koga tu šumu kupiti, jer je zainteresiranost za prodaju šumoposjeda dosta niža u odnosu na zainteresiranost za kupnju (tablica 2). Slaba zainteresiranost za prodaju šuma u skladu je s rezultatima ankete provedene na području Zagrebačke županije, gdje čak 65 % privatnih šumovlasnika nije bilo spremno prodati svoj sitni šumoposjed (Čavlović, 2004). Da bi pojedini šumoposjednik mogao povećati svoj šumoposjed moraju postojati drugi

šumoposjednici koji su voljni prodati šumoposjed koji je potencijalnim kupcima zanimljiv s obzirom na prostor na kojem se nalazi, kvalitetu šumoposjeda i traženu cijenu. Niska, pozitivna i statistički neznačajna korelacija između kupnje i prodaje (0,07) svakako ograničava mogućnost povećanja šumoposjeda. Iako je jako zainteresiranih za kupnju bilo 35,2% ispitanika (tablica 1), povećanje šumoposjeda mogli bismo očekivati od njih 23,6% (tablica 3). To su oni koji su jako zainteresirani za kupnju, a nezainteresirani za prodaju šumoposjeda. Većinom su to: muškarci, mlađi, obrazovaniji, samozaposleni ili nezaposleni, iz Bjelovarsko-bilogorske županije, s većim posjedom, koji su posjed stekli kupnjom, članovi su neke od udruga šumoposjednika te su upisani u Upisnik.

Osim nedovoljne ponude šumske čestice na tržištu problem za okrupnjavanje predstavlja i formiranje cijene za iste. Realna vrijednost pojedinog šumoposjeda između ostalog ovisi o njegovoj veličini, položaju, prostornoj homogenosti, mogućnosti identifikacije u prostoru, pristupu prometnicama, vrstama drveća, omjeru smjese, uzgojnom obliku, kakvoći i dimenzijama stabala. Vrijednost šumskog posjeda ovisi i o finansijskom učinku koji se iz njega može polučiti u određenom intervalu vremena. Prema Schurru (2006) gotovo svaka čestica je jedinstvena, sa svojom kombinacijom tla i šume koja na njemu raste koji određuju njenu vrijednost. Međutim u konačnici šumoposjed na tržištu vrijedi onoliko koliko je netko za njega spreman platiti.

Održivo gospodarenje moguće je jedino na većim šumoposjedima, a šumoposjednici nisu u mogućnosti gospodariti svojim posjedima bez podrške javnih institucija za šumarstvo zbog nedostatka osposobljenosti i edukacije (Glück i dr., 2010). Ograničenja u gospodarenju šumama koja proizlaze iz veličine šumoposjeda prepoznata su i u Hrvatskoj (Posavec i dr., 2011; Teslak i dr., 2018; Žunić i Teslak, 2019). Prema Glücku i dr. (2010) šumoposjednici čiji su posjedi manji od 1 ha doživljavaju svoje šume više kao problem, a ne kao priliku te bi se njih trebalo poticati na prodaju šumoposjeda. Međutim, značajan broj šumoposjednika svoj mali šumoposjed (općenito posjedovanje nekretnina) smatra najsigurnijim ulaganjem, čime je proces okrupnjavanja šumoposjeda dodatno otežan. Upravo zato da bi se povećala gospodarska aktivnost na postojećim šumoposjedima i potaknula prodaja odnosno kupnja čestica pod šumom, potrebna je značajnija državna potpora kroz dizajniranje i donošenje učinkovitih mjera te angažman struke vezano uz edukaciju šumoposjednika.

Najveći broj šumoposjednika u Hrvatskoj posjed je stekao nasljeđivanjem. Prema Zakonu o nasljeđivanju u RH (NN 48/2003) ne postoje restrikcije prilikom nasljeđivanja šumskog zemljišta u smislu minimalne veličine koja se može dalje dijeliti u procesu nasljeđivanja, što dovodi do parce-

lizacije i nastanka površinski malih posjeda (Krajter Ostoić i dr., 2015; Žunić, 2018). Stoga bi reguliranje naslijednog prava bilo poželjna mjera u cilju ograničavanja dodatne parcelizacije odnosno smanjenja površine šumoposjeda, za što svakako mora postojati politička odluka, kao u primjerima Finske i Austrije (Suuriniemi i dr., 2012; Schmithüsen i Hirsch, 2010).

Uloga državnih institucija u povećanju zainteresiranosti šumoposjednika za prodaju može biti kroz poticanje šumoposjednika s malim i raštrkanim posjedima za njihovu prodaju. Pri tome predlažemo primjenu „germanskog koncepta vlasništva“ koji se temelji na tvrdnji da nema prava bez obveza (Depenheuer, 2000, prema Schurru, 2006). Mjere oporezivanja i penaliziranje negospodarenja šumoposjedom te subvencioniranje troškova rješavanja vlasničko-pravnog statusa, ali i samog prihoda od prodaje, također su mogući pravci djelovanja. Međutim uspjeh mjera nametnutih od strane regulatora gospodarenja šumama ovisan je o širem sagledavanju dugoročne socijalne i pravne sigurnosti u društvu. Buduće okrupnjavanje šumoposjeda (i očekivano bolje gospodarenje njima) ovisi o jačanju socijalne i pravne sigurnosti te uspostavi ažuriranog vlasničkog stanja koje moraju pratiti mjere šumarske politike. Bitan preduvjet za to je usklajivanje vlasničkih knjiga i stvarnog stanja (katastra) zemljišta na razini cijele države. Neke od specifičnih mjera koje bi se mogle poduzeti/propisati jesu: isplata dodatka na mirovinu šumovlasnicima koji su spremni prodati ili otpisati svoju šumu, s obzirom da umirovljenici čine značajan udjel (39,8%) šumoposjednika u Hrvatskoj s pretežno malim mirovinama, ili naprotiv uvođenje poreza na šumu i šumsko zemljište u slučajevima izostanka aktivnog gospodarenja šumama. Sličan utjecaj na šumoposjednike mogući je i posredno kroz penaliziranje pojave šumskih štetnika, korovskih vrsta, alohtnih vrsta i slično.

Otežavajuća okolnost povećanju zainteresiranosti za kupnju čestica pod šumom i aktivno gospodarenje šumom očituje se u sve većim ograničenjima vezano za zaštitu prirode (npr. Natura 2000 područja), na što predstavnici šumoposjednika opetovano ukazuju. Upravo zbog ograničenja iz propisa o zaštiti prirode, neki od šumoposjednika „boje se“ gospodariti svojom šumom (Schurr, 2008), a slično se može očekivati i u Hrvatskoj s obzirom da je većina površine šuma pod nekim oblikom zaštite. Slaba zainteresiranost za gospodarenje šumom, a time i kupnju šuma u RH razumljiva je također zbog niske razine imovinskih prava šumoposjednika u RH u usporedbi s drugim europskim državama (Nichiforel i dr., 2018). U prilog okrupnjavanju šumoposjeda ne ide ni najavljenja politika ograničavanja količine etata (sječivog volumena) vezano za emisije ugljičnog dioksida. Posebno je to važno za sitne, privatne šumoposjede koji većinu posječenog drva plasiraju kao biomasu ili ogrjevno drvo što će se posebno destimulirati. Uz izvje-

stan nestanak tržišta za tradicionalne proizvode privatnih šumoposjeda (npr. ogrjevno drvo) već sad je potrebno poticati preorientaciju šumoposjednika na nedrvne šumske proizvode. Pri tome regulator mora predvidjeti obeštećenja šumoposjednika za izostalo gospodarenja šumama i njima prepustiti lovno gospodarenje, regulirati branje gljiva, šumskih plodova i ostalih nedrvnih proizvoda te osigurati naknadu za općekorisne funkcije šuma.

Iz svega navedenog vidljivo je da značajan dio šumoposjednika neće moći samostalno pratiti sve izazove koje ih očekuju u budućem gospodarenju svojim često premalim šumoposjedom, stoga je iznimno važno jačati ulogu javnog servisa u vidu državne agencije za šume u RH. Agencija za šume mora postati nositelj: a) prikupljanja, čuvanja i korištenja svih podataka o šumama, b) koordinator donošenja svih pravnih i drugih dokumenata o šumama, c) donositelj planova gospodarenja šumama na svim razinama, d) jamac dosljedne provedbe prihvaćenih planova gospodarenja. Samo uspostava javnog servisa koji ima navedena obilježja te bi bio nadležan za sve šume (uključujući i privatne), uz sveukupnu socijalnu i pravnu sigurnost u društvu, omogućava daljnji razvoj gospodarenja privatnim šumama, u čemu je značajan čimbenik mogućnost njihova okrupnjavanja.

## ZAKLJUČAK CONCLUSION

U Republici Hrvatskoj prevladavaju mali šumoposjedi veličine do 1 ha, a svega 0,28% šumoposjednika ima posjed veći od 10 ha. Ako za granicu smislenog gospodarenja šumoposjedom podrazumijevamo površinu posjeda od 10 ha vidljivo je da veličina šumoposjeda predstavlja ograničavajući čimbenik daljnog razvoja privatnog šumarstva u Hrvatskoj. Prema tome okrupnjavanje šumoposjeda i smanjenje broja šumoposjednika nameće se kao temeljni cilj daljnje politike reguliranja privatnog šumarstva. Povećati posjed moguće je kupnjom susjednih ili ne-susjednih čestica, a povećati suvislost šumoposjeda i zamjenom čestica. Paralelno trebaju postojati šumoposjednici voljni odustati od svog posjeda odnosno prodati šumu u korist onih koji žele okrupniti šumoposjed.

Prema rezultatima tipičan šumoposjednik zainteresiran za okrupnjavanje šumoposjeda je mlađi obrazovaniji muškarac iz središnje Hrvatske, koju je svoju šumu stekao kupnjom i već je aktivan u gospodarenju šumama bilo kroz članstvo u udrugama bilo kroz savjetodavne aktivnosti Ministarstva poljoprivrede. Za kupnju su zainteresirani nezaposleni i samozaposleni, čime vide mogućnost samozaposljavanja i povećanja prihoda. Značajan broj šumoposjednika je potpuno neaktivan i nisu zainteresirani za promjenu statusa svog šumoposjeda. Među neaktivnim, starijim, manje obrazovanim šumoposjednicima s manjom površinom

šumoposjeda premali je broj zainteresiranih za prodaju svog neperspektivnog šumoposjeda, što onemogućava povećanje prosječnog šumoposjeda u Hrvatskoj. Većina tih šumoposjednika svoj posjed vidi kao sigurnu imovinu kojoj će vrijednost rasti, a trenutno nisu zainteresirani provesti postupak prodaje. U tim okolnostima dalnjem usitnjavanju šumoposjeda dodatno doprinosi važeći proces nasleđivanja.

Navedeni rezultati istraživanja povezanosti obilježja šumoposjednika s njihovim aktivnostima u procesu kupo-prodaje čestica pod šumom trebali bi biti temelj oblikovanja mjera šumarske politike vezano za privatne šume. Nažalost, u bitnim odrednicama šumarska politika je unaprijed određena širim sagledavanjem politika povećanja površina pod sve strožom zaštitom te ograničenjima vezanim za emisije ugljika koje destimuliraju aktivnosti šumoposjednika na jačanju privatnog šumarstva, za čiji je razvoj neophodno jasno imovinsko-pravno stanje te okrupnjavanje i povećanja površine šumoposjeda.

Unatoč neizvjesnom budućem okviru gospodarenja šumama daljnje mjere šumarske politike treba usmjeriti na poticanje aktivnog i disperziranog gospodarenja šumama (biomasa, nedrvni šumski proizvodi, općekorisne funkcije šuma, naknade za ponor ugljika, naknade za ciljane vrste) uz poticanje prodaje, zamjene ili ustupanja površinom neperspektivnih šumoposjeda te penaliziranje izostanka gospodarenja šumoposjedom.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta: "Okrupnjavanje šumoposjeda i udruživanje šumoposjednika kao pretpostavka održivog i učinkovitog gospodarenja sitnim privatnim šumama" koje je financiralo Ministarstvo poljoprivrede. Zahvaljujemo djelatnicima Ministarstva poljoprivrede i Hrvatske poljoprivredno-šumarske savjetodavne službe na pomoći pri provedbi istraživanja.

## LITERATURA REFERENCES

- Berta, A., V. Kušan, J. Križan, D. Stojasavljević, D. Hatić, 2017: Posjedovne i površinske značajke šuma šumoposjednika u Hrvatskoj prema regijama. Šumarski list 141(1-2): 57- 64.
- Božić, M., 2011: Istraživanje i izrada modela uređivanja i izmjere šuma u šumama šumoposjednika. Šumarski fakultet, Završno izvješće za projekt, Zagreb 188 str.
- Butler, B., Caputo, J., Robillard, A.L., Sass, E.M., Sutherland, C., 2021: One Size Does Not Fit All: Relationships between Size of Family Forest Holdings and Owner Attitudes and Behaviors. *Journal of Forestry*, 119 (1): 28–44.
- Curman, M., S. Posavec, Š. Pezdevšek Malovrh, 2016: Willingness of Private Forest Owners to Supply Woody Biomass in Croatia. *Small-Scale Forestry* 15(4): 551-567.

- Čavlović, J., G. Pelzmann, 2003: Small scale forests and small scale forest owners in Croatia. Rural development strategy for Croatia, FAO, Rome, Italy. 29 str.
- Čavlović, J., 2004: Unapređenje stanja i gospodarenja privatnim šumama na području Zagrebačke županije (znanstvena studija). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- Ficko, A., A. Boncina, 2015: Forest owner representation of forest management and perception of resource efficiency: a structural equation modeling study. *Ecology and Society* 20(1): 36.
- Glück, P., Avdibegović, M., Čabaravdić, M., Nonić, D., Petrović, N., Posavec, S., Stojanovska, M. 2010: The Preconditions for the Formation of Private Forest Owners' Interest Associations in the Western Balkan Region. *Forest Policy and Economics*, 12 (4): 250-263.
- Krajter Ostoić, S., Posavec, S., Paladinić, E., Županić, M., Beljan, K., Curman, M., Čaleta, M., Šimunović, N. 2015: Forest Land Ownership Change in Croatia. COST Action FP1201 FACES-MAP Country Report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, Vienna. 40 pages. Online publication.
- Nichifore, L., Keary, K., Deuffic, P., Weiss, G., Jellesmark Thorsen, B., Winkel, G., Avdibegović, M., Dobšinská, Z., Feliçiano, D., Gatto, P., Gorrioz Mifsud, E., Hoogstra-Klein, M., Hrib, M., Hujala, T., Jager, L., Jarský, V., Jodłowski, K., Lawrence, A., Lukmine, D., Pezdevšek Malovrh, Š., Nedeljković, J., Nonić, D., Krajter Ostoić, S., Pukall, K., Rondeaux, J., Samara, T., Sarvašová, Z., Scriban, R.E., Šilingienė, R., Sinko, M., Stojanovska, M., Stojanovski, V., Stoyanov, N., Teder, M., Vennesland, B., Vilkriste, L., Wilhelmsson, E., Wilkes-Allemann, J., Bouriaud, L., 2018: How private are Europe's private forests? A comparative property rights analysis. *Land Use Policy*, 76: 535-552.
- Paladinić, E., D. Vučetić, S. Posavec, 2008: Pregled stanja privatnog šumoposjeda u Republici Hrvatskoj. Rad. – šumars. inst. Jastrebar. 43(1): 45–58.
- Posavec, S., Trninić, S., Čavlović, J., 2006: Current status and trends in private forests of Croatia, in: W. Sarah (Ed.), Small-scale Forestry and Rural Development the Intersection of Ecosystems, Economics and Society, COFORD, Galway, Ireland, 409-415.
- Posavec, S., M. Šašek, K. Beljan, 2011: The structure and potential of small scale forests in the north-west of Croatia. U: Hartebrodt, C., K. Howard (ur.): 2011 IUFRO Small-Scale Forestry Conference, Freiburg. Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg. str. 107- 112.
- Posavec, S., K. Beljan, 2012: Information analysis of management goals of private forest owners in Croatia. *Informatol* 45(3): 238-245.
- Posavec, S., M. Avdibegović, Dž. Bećirović, N. Petrović, M. Stojanovska, D. Marčeta, Š. Pezdevšek Malovrh, 2015: Private forest owners' willingness to supply woody biomass in selected South-Eastern European countries. *Biomass and Bioenergy* (81): 144-153.
- Schmithüsen, F., Hirsch, F. 2010: Private forest ownership in Europe. Geneva Timber and Forest Study Paper 26. UNECE/FAO. Geneva, Switzerland.
- Schröder, J., Lindenkreuz, K., Illing, R., 2008: Nachhaltige Resourcennutzung im Kleinprivatwald: Projektstudie im Forschungsverbund Holz Cluster Nord. Schwerin: Ministerium

- für Landwirtschaft Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. 69 str.
- Schurr, C., 2006: Zwischen Allmende und Anti-Allmende. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften, 638 str, Freiburg im Breisgau.
  - Suuriniemi, I., Matero, J., Hänninen, H., Uusivuori, J. 2012: Factors affecting enlargement of family forest holdings. *Silva Fennica*, 46 (2): 253–266.
  - ŠGOP, 2016 - Šumskogospodarska osnova Republike Hrvatske za razdoblje 2016. – 2025., Zagreb.
  - Teslak, K., Žunić, M., Beljan, K., Čavlović, J., 2018: Stanje i izazovi gospodarenja privatnim šumama u Hrvatskoj u postojećim ekološkim i sociološkim okolnostima. *Šumarski list*, 142 (9-10): 459-471.
  - TIBCO Software Inc., 2018: Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.
  - Zakon o nasljedivanju. Narodne novine 48/2003.
  - Zakon o šumama. Narodne novine 68/2018.
  - Žunić, M., 2018: Modeli gospodarenja privatnim šumama u Republici Hrvatskoj s obzirom na stavove šumoposjednika i obilježja šumoposjeda. Doktorski rad. 164 str. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb
  - Žunić, M., Teslak, K., 2019: Ograničavajući čimbenici izostanka aktivnosti na šumoposjedima u Republici Hrvatskoj – MIMIC model. *Šumarski list*, 143 (1-2): 7-17.

## SUMMARY

Most forest owners in Croatia have forest holdings smaller than 1 ha, while less than 1% have holdings larger than 10 ha. Parcelization of forest holdings in addition to small size presents significant limitation for forest management. Therefore, important aim of forest policy is to stimulate enlargement and consolidation of forest holdings. First step in that process is to recognize the characteristics of forest owners interested in enlargement of their holdings and active forest management.

The aim of this research is to relate the sociodemographic attributes of private forest owners and characteristics of their forest holdings with their interest for selling and/or buying forest estates for enlargement and consolidation of forestland area.

Direct survey questionnaire covered 500 private forest owners in continental part of Croatia. Respondents are classified by sex, education, employment, location of forest holding, activities in forest associations and means of acquisition of forest estate. Answers included level of interest for activities in enlargement and management of forest holdings. Statistical analysis included descriptive statistics (arithmetic mean, median, and standard error), testing between groups (Mann Whitney and Kruskal Wallis test), and Spearman rank correlation.

The results indicate correlation of sociodemographic, regional and other characteristics of forest owners with their interest in enlargement of forest holding. According to these results most interested in enlargement of forest holding are younger male owners from the central Croatia who purchased forest and are already active in forest associations (tables 1 and 2). Non-employed and self-employed owners are also more interested in enlargement of forest area to increase their incomes (table 1). However significant share of owners (35%) are not interested in increase nor in selling their forest (Figure 1) which is an impediment in consolidation of forest areas.

The results of this study are useful for future forest policies aimed at small scale forestry, although these actions are subject to large scale restrictions due to increase of protected areas and limitations to forest management resulting from reducing carbon emissions. Therefore, state regulatory measures should aim at subsidizing active and diversified forest management (forest biomass, non-wood forest products, amenity values, credits for carbon sequestration, aimed species, biodiversity). On the other hand, law measures should improve the process of inheritance and penalize the abandonment of forest areas (sources of pests and diseases, invasive species, forest fires).

---

**KEY WORDS:** private forests, purchase and selling of forest area, forest management, consolidation



## 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.

**Vrhunská 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.

# PROSUDBA TRULEŽI STABALA HRASTA KITNJAKA ZVUČNIM TOMOGRAFOM

## ACOUSTIC TOMOGRAPHY ASSESSMENT OF DECAY IN SESSILE OAK TREES

Vinko PAULIĆ<sup>1</sup>, Tomislav ŠKARICA<sup>2</sup>, Damir DRVODELIĆ<sup>1</sup>, Milan ORŠANIĆ<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Urbana stabla i šume doprinose kvaliteti života stanovnika urbanog područja i pružaju brojne koristi. Međutim, stabla u urbanim područjima su izložena različitim abiotskim i biotskim poremećajima koji utječu na njihov razvoj. Gljive truležnice se ističu kao bitan uzročnik pojave loma stabla. Dijagnostički instrumenti koji mijere određena svojstva drva se koriste u arborikulturi kao dopuna vizualnoj prosudbi urbanih stabala. Zvučni tomograf je uređaj koji mjeri brzinu prolaska zvučnih valova kroz drvo u radijalnom i tangentnom smjeru kako bi se prosudile unutarnje greške drva. Cilj istraživanja je bio odrediti veličinu i položaj zdravog i trulog drva te odrediti točnost zvučnog tomografa kod deset stabala hrasta kitnjaka u Parku Maksimir u Zagrebu. Usporedili smo rezultate grafičkih prikaza zvučnog tomografa (tomograme) sa fotografijama presjeka panjeva stabala koja su posjećena radi potvrde truleži drva. Trulež drva je bila vidljiva na osam od deset istraživanih stabala koji su imali simptome truleži pri vizualnom pregledu. Trulež drva je potvrđena kod sedam stabala na panjevima nakon sječe. Kod tri stabla zabilježen je početni stadij truleži drva, dok su četiri stabla imala aktivnu trulež drva i pojavu šupljina. Oblik tomograma odgovarao je fotografijama presjeka panjeva kod osam stabala, a pozicija trulog drva je odgovarala fotografijama presjeka panjeva kod devet stabala. Područje trulog drva različitih kategorija je bilo točno prepoznato na tomogramima za šest od deset istraživanih stabala. Zvučni tomograf je podcijenio površinu zdravog drva, precijenio površnu drva u početnim stadijima truleži i točno predstavio područja s aktivnom truleži drva i šupljinama.

**KLJUČNE RIJEČI:** hrast kitnjak, urbana šuma, arborikultura, zvučna tomografija, trulo drvo.

### UVOD INTRODUCTION

Stabla i šume važan su dio zelene strukture grada. Oplemenjujući prostor i unaprjeđujući kvalitetu života, stabla imaju važan socijalni, estetski, klimatski, ekološki i gospodarski značaj za urbane prostore (Tyrväinen i dr. 2005, Tikvić i dr. 2017). Šume i stabla u gusto naseljenim područjima zahvaljujući svojoj ekološkoj i estetskoj ulozi utječu na hidrologiju, atmosferu te bioraznolikost u urbanim područjima (Nowak i Dwyer 2007).

Urbana stabla su tijekom svog života u neprekidnom dinamičnom odnosu s okolinom. Izložena su različitim brojnim abiotičkim i biotičkim čimbenicima, od kojih pojedini negativno utječu na njihov razvoj i opstanak. Za razliku od drveća u prirodnim ekosustavima, drveće urbanih sredina u većoj je mjeri izloženo brojnim štetnim utjecajima biotičkog i abiotičkog podrijetla, a spektar biotičkih štetnih čimbenika je drukčiji nego u prirodnom okruženju (Tomicsek i dr. 2008). Jedan od najznačajnijih biotskih štetnih čimbenika koji se javlja na urbanim stablima je trulež drva

<sup>1</sup> doc. dr. sc. Vinko Paulić, v paulic@sumfak.hr, izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić, ddrvodelic@inet.hr, prof. dr. sc. Milan Oršanić, milan.orsanic3@zg.htnet.hr, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za ekologiju i ugađanje šuma, Svetosimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb

<sup>2</sup> Tomislav Škarica, mag. ing. silv., tskarica1@gmail.com, Serdara Nakića Vojnovića 7, Dnriš

koja se prepozna po pojavi plodišta gljiva truležnica. Dje-lovanjem lignikolnih gljiva truležnica zdravo drvo se razara, čime dolazi do pojave trulog drva (Struna Hrvatsko strukovno nazivlje). Pojava truleži kod živih stabala utječe na smanjenje čvrstoće drva, čime se povećava rizik za pojavu loma. To je posebice važno za okoliš urbanih stabala koja se često nalaze u blizini frekventnih lokacija ili objekata urbane infrastrukture, na kojima može nastati velika šteta u slučaju loma stabla.

Radi smanjenja mogućnosti nastanka šteta i ublažavanja rizika od loma stabla, razvijene su brojne metode koje imaju za cilj pravovremeno prepoznati stabla koja prema svojim karakteristikama i položaju predstavljaju povećan rizik od loma (Paulić 2015). Stabla koja imaju najveći stupanj rizika od loma nazivamo opasnim stablima. Ona se ponajprije prepoznaju kroz arborikulturalnu prosudbu urbanih stabala pri čemu se, uglavnom vizualnim metodama, prepoznaju stabla s karakteristikama koje mogu dovesti do pojave loma (Paulić i dr. 2015). To su simptomi i greške na stablu koji ukazuju na mjesto mogućeg loma. Greške drva su nepravilnosti ili nedostatci na stablu koje smanjuju volumen zdravoga drva ili umanjuje njegovu trajnost, čvrstoću ili upotrebljivost, dok je simptom pokazatelj neke bolesti ili poremećaja (Struna Hrvatsko strukovno nazivlje). U kontekstu arborikulturene prosudbe opasnih stabala u urbanim sredinama najznačajniji simptomi i greške na stablima su vezane za pojavu plodišta gljiva truležnica i pojavu greške truleži drva. Dok je prilikom vizualne prosudbe stabala simptom plodišta gljiva truležnica relativno jednostavno za prepoznati, vizualnom prosudbom vrlo je teško prosuditi utjecaj truleži drva na smanjenje stabilnosti i čvrstoće kod urbanih stabala. Radi toga se, kao nadopuna vizualnoj prosudbi, koriste razni arborikulturalni instrumenti za dijagnostiku opasnih stabala. Oni rade na principu mjerjenja određenih svojstva drva koje, ukoliko je zahvaćeno djelovanjem truleži, propada čime dolazi do smanjenja gustoće drva i narušavanja ostalih fizičkih i mehaničkih svojstava (Johnstone i dr. 2010).

Jedan od često korištenih dijagnostičkih instrumenata u arborikulturi je zvučni tomograf. Ovaj instrument mjeri vrijeme prolaska zvučnih valova u radijalnom i tangencijalnom smjeru okomito na žicu drva između većeg broja senzora smještenih oko stabla (Li i dr. 2014). Udarcem čekića po senzorima zvučnog tomografa stvaraju se valovi frekvencije oko 7 kHz čiji signal bilježe ostali senzori koji ga pretvaraju u vrijeme prolaska zvučnih valova (Arciniegas i dr. 2014). Uz poznavanje udaljenosti između senzora može se izračunati brzina prolaska zvučnih valova u više različitih smjerova, čime se dobiva matrica prolaska zvuka kroz unutrašnjost stabla. Korištenjem algoritama za obradu podataka brzine prolaska zvučnih valova kroz drvo, program zvučnog tomografa kreira grafičku interpretaciju mjerjenja koja se naziva tomogram (Liang i Fu 2014). Na njemu

su brzine prolaska zvuka predstavljene u nekoliko kategorija, koje su simbolizirane s različitim bojama prikaza, a povezane su s promjenama gustoće drva (Allison i dr. 2020). Područja unutrašnjosti stabla u kojima se nalazi degradirano drvo, koje je razoren djelovanjem gljiva truležnica, prikazano je relativno nižim kategorijama brzine prolaska zvučnih valova.

Zvučna tomografija je nedestruktivna metoda ispitivanja zdravstvenog stanja urbanih stabala koji ima veliku prijernu u arborikulturi, s obzirom da njegovom uporabom ne dolazi do oštećivanja stabala (Bucor 2005), a informacije dobivene mjerjenjem omogućuju lociranje grešaka drva i procjenu njihove veličine, oblika i tehničkih svojstava (Nicolotti i dr. 2003). Međutim, na točnost lociranja grešaka drva na tomogramu utječu određeni faktori poput algoritma za obradu brzina zvuka, broja senzora zvučnog tomografa, strukture drva, (Espinosa i dr. 2019), geometrije oblika stabla (Rust 2017), gljiva truležnica i vrste drveća i koja se ispituje (Deflorio i dr. 2018) te pojave pukotina u drvu (Wang i dr. 2007). Stoga je posebno važno prilikom prosudbe opasnih stabla, ukoliko se koristi zvučni tomograf, točno interpretirati izmjerene rezultate i poznavati čimbenike koji utječu na dobivene tomograme.

Cilj istraživanja je bio odrediti veličinu i položaj područja zdravog i trulog drva kod urbanih stabla korištenjem zvučnog tomografa. Točnost prikaza tomograma i njihova usporedba sa stvarnim stanjem bila je određena nakon sječe istraživanih stabala, čime se dobila potvrda izmjerениh rezultata zvučnog tomografa.

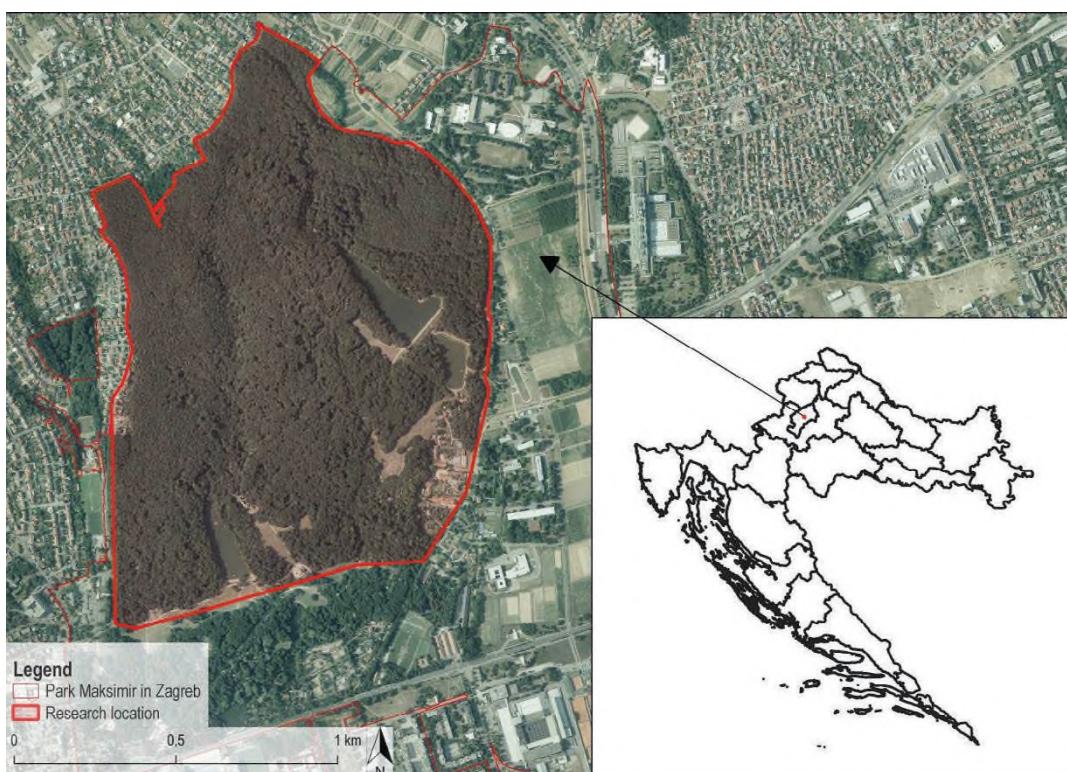
## MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

### Područje istraživanja – Study area

Istraživanje je provedeno u gradu Zagrebu, sjeverni dio Parka Maksimir ( $45,82^{\circ}\text{N}$ ;  $16,01^{\circ}\text{E}$ ) u mješovitoj sastojini hrasta kitnjaka i običnog graba (Slika 1). Površina sjevernog dijela parka Maksimir, koji ima obilježja urbane šume je oko 120 ha. Klima na prostoru Maksimira je humidnija u odnosu na središnji dio grada Zagreba, pri čemu srednja godišnja temperatura zraka iznosi  $10,6^{\circ}\text{C}$ , dok je srednja godišnja količina oborina  $853,7\text{ mm}$  (Ugarković i dr. 2021). Park Maksimir je ispresijecan s brojnim pješačkim stazama koje služe za kretanje i boravak posjetitelja. Sigurnost posjetitelja, koji u Park Maksimir uglavnom dolaze radi boravka u prirodi i rekreacije, važna je zadaća prilikom upravljanja ovom urbanom šumom (Vitasović Kosić i Anićić 2005).

### Terenska izmjera stabala – Field measurements on trees

Na stablima koja se nalaze u blizini pješačkih staza u Parku Maksimir obavljen je arborikulturalni vizualni pregled VTA

**Slika 1.** Područje istraživanja**Fig. 1.** Study area

metodom (Mattheck i Breloer 1994). Pri tome su evidentirana stabla sa simptomima koji ukazuju na trulež drva poput plodišta gljiva truležnica, ozljede kore, truleži drva na žilištu i ostalih pokazatelja narušavanja optimalnog mehaničkog stanja (Mattheck 2007). Stabla s takvim simptomima su radi svojih karakteristika i položaja uz pješačke staze smatrana kao potencijalno opasna stabla te su dodatno ispitivana korištenjem arborikulturnih dijagnostičkih instrumenata. Za ovo istraživanje je odabранo 10 starih stabala hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), koja su nakon vizualnog pregleda ispitivana zvučnim tomografom. Dodatni kriterij selekcije za ova stabla je bila mogućnost sječe nakon ispitivanja, kako bi se izvršila provjera dobivenih rezultata. Stabla su se nalazila na relativno maloj udaljenosti jedno od drugoga, čime je osiguran homogeni utjecaj stanišnih uvjeta na njihov razvoj. Promjeri panjeva koji

su ostali nakon sječe stabala su bili između 44 i 82 cm, dok su visine na kojima su vršena ispitivanja bile u rasponu od 0,2 do 1,9 m (Tablica 1).

#### **Opis izmjere zvučnim tomografom – *Description of acoustic tomography measurement***

Za određivanje udjela zdravog drva kod stabla hrasta kitnjaka korišten je zvučni tomograf ARBOTOM® (RinnTech-Metriwerk GmbH & Co. KG, Heidelberg, Njemačka). Instrument se sastoji od većeg broja senzora (tipično 2-24) koji se kružno postavljaju oko stabla. Prilikom izmjere, udarcem čekića na senzor, stvara se zvučni val koji putuje kroz drvo do ostalih senzora. Vrijeme koje je potrebno valu za put između pojedinih senzora, bilježi se i preračunava u matricu brzine prolaska zvučnih valova iz koje se kreira tomogram. Brzina zvučnih valova u drvu je utjecajna modulom elastičnosti (MOE) i gustoćom drva koji mogu biti umanjeni djelovanjem gljiva truležnica (Brazee i dr. 2011). Područja na stablu kroz koja zvučni valovi sporije prolaze označena su različitim bojama na tomogramu u odnosu na dijelove na kojima zvučni valovi prolaze brže, za koje se pretpostavlja da ih čini zdravo drvo najveće gustoće (Rinn 2012). Za bilježenje vremena prolaska zvučnih valova između 12 senzora zvučnog tomografa kroz drvo i izradu tomograma korišten je računalni program ARBOTOM® v2.0.4 (RinnTech-Metriwerk GmbH & Co. KG, Heidelberg, Njemačka).

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika za 10 stabala hrasta kitnjaka u Parku Maksimir izmjerena zvučnim tomografom.

**Table 1.** Descriptive statistic of 10 sessile oak trees in Park Maksimir measured with acoustic tomograph.

Varijabla Variable	Aritmetička sredina <i>Arithmetic mean</i>	Min – Max <i>Min – Max</i>
Visina mjerena (m) <i>Height of measurement (m)</i>	1,0	0,2 – 1,9
Promjer stabla na visini mjerena (cm) <i>Tree diameter at measurement height (cm)</i>	64	44 – 82

## Analiza rezultata izmjere zvučnim tomografom – Description of acoustic tomography measurement

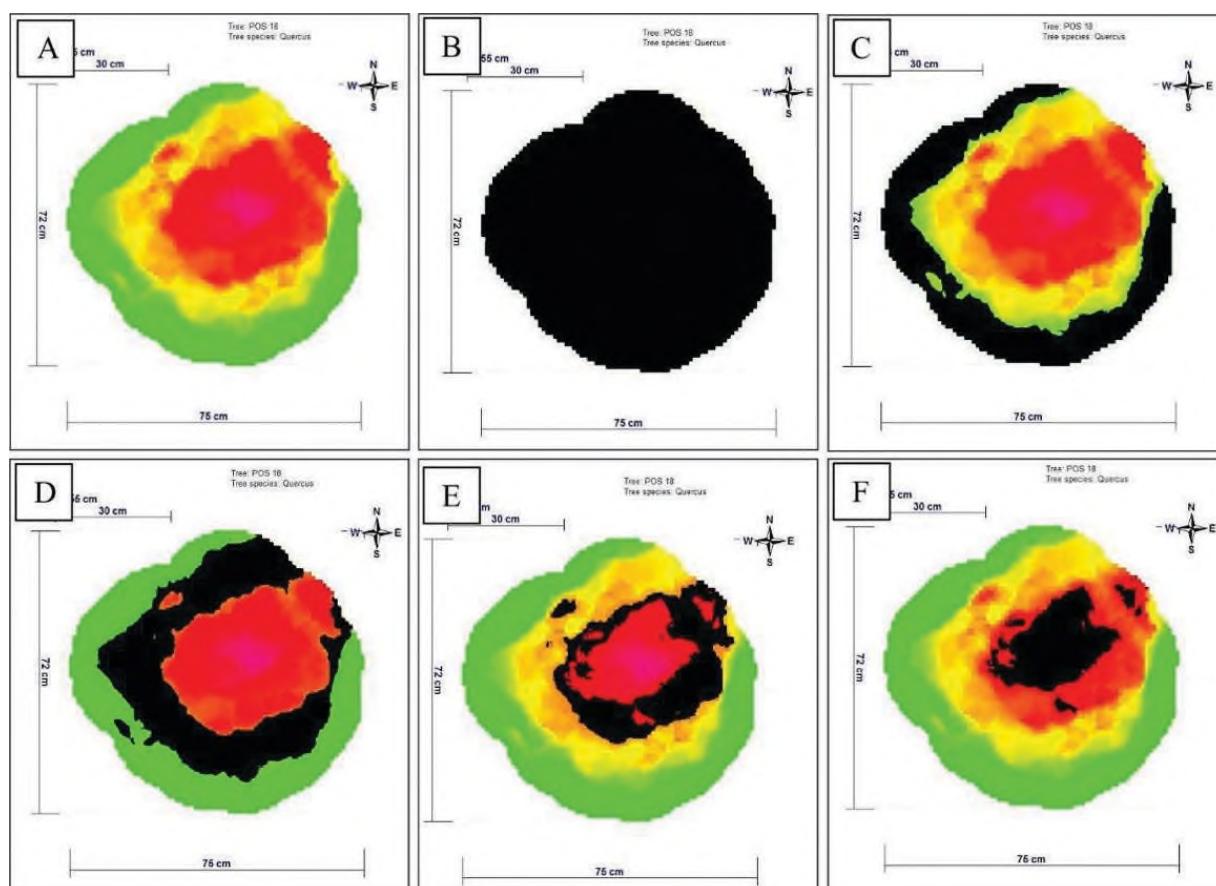
Računalni program ARBOTOM® izmjerene brzine prolaska zvučnih valova na tomogramima prikazuje u tipičnom rasponu za ispitivanu vrstu drveća. Pri tome se mogu razlučiti različita područja prolaska zvučnih valova koje su izdvojena u nekoliko kategorija ovisno o izračunatoj brzini širenja zvuka kroz drvo. Na tomogramima ispitivanih stabala mogu se razlučiti četiri kategorije koje predstavljaju opis stanja razgradnje drvnog tkiva djelovanjem lignikolnih gljiva truležnica kod živilih stabala (Marra i dr. 2018). Kategorija 1 predstavlja zdravo drvo najveće gu-

stoče koje je na tomogramima prikazano zelenom bojom, dok se kategorija 2 odnosi na početak razgradnje drva i predstavljena je na tomogramima žutom bojom. Daljnjom aktivnošću gljiva truležnica dolazi do aktivne razgradnje strukture drva, što je predstavljeno kao kategorija 3, koja je crvene boje na tomogramu. Kategorija 4, koja je na tomogramima predstavljena ljubičastom bojom odnosi se na šupljine koje nastaju konačnom razgradnjom drva (Tabela 2).

Radi određivanja površine određene kategorije drva na tomogramima 10 ispitivanih stabala hrasta kitnjaka korišten je program ImageJ (Schneider i dr. 2012).

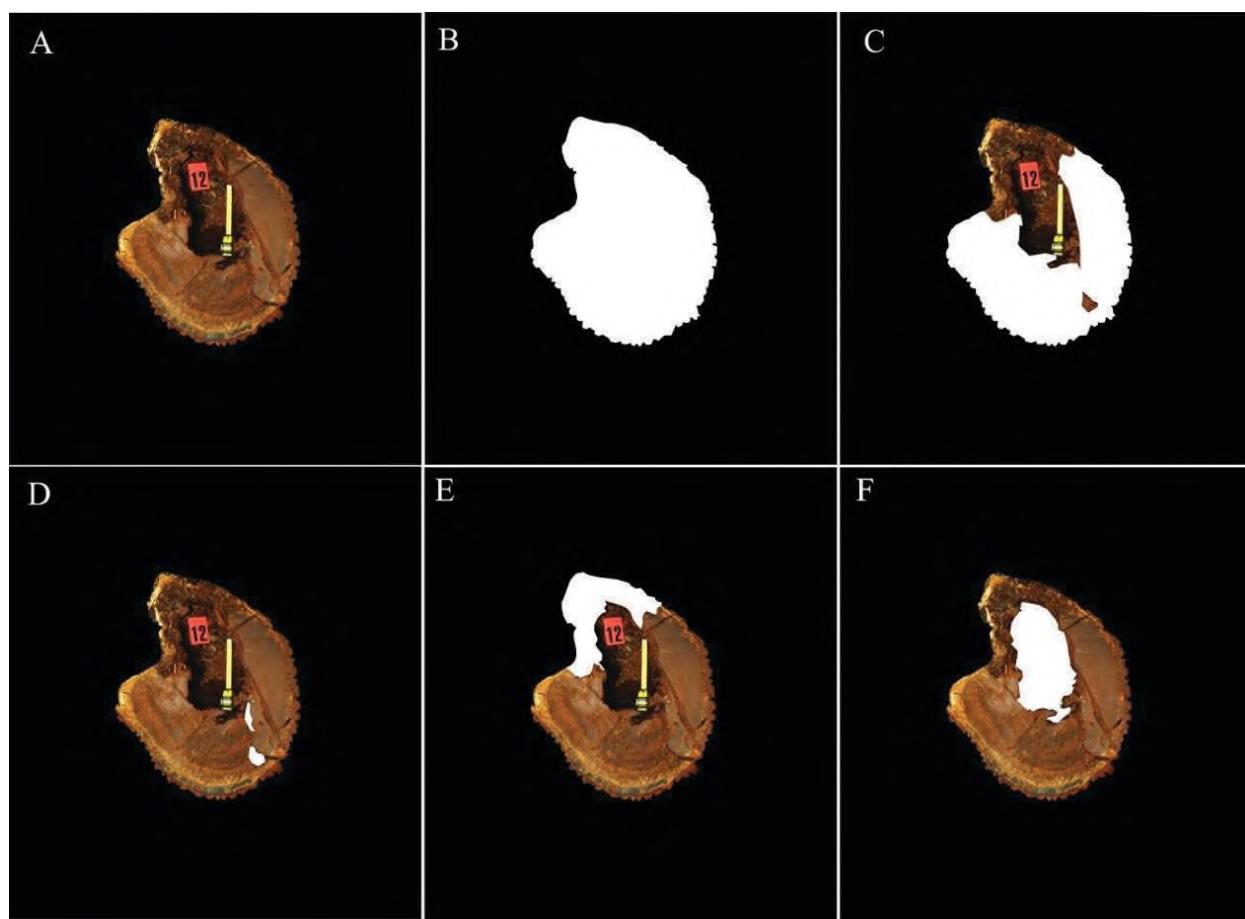
**Tablica 2.** Određivanje različitih kategorija stanja drva s obzirom na boju tomograma i RGB vrijednost nijanse određene na fotografiji presjeka panja.  
**Table 2.** Rules for different wood condition category based on tomogram color and RGB Hue value determined on stump cross section photography.

Kategorija stanja drva <i>Wood condition category</i>	Opis stanja drva <i>Wood condition description</i>	Boja tomograma <i>Tomogram color</i>	RGB vrijednost nijanse <i>RGB Hue value</i>
Kategorija 1 <i>Category 1</i>	Zdravo drvo <i>Sound wood</i>	Zelena <i>Green</i>	70 – 110
Kategorija 2 <i>Category 2</i>	Početna trulež drva <i>Incipient wood decay</i>	Žuta <i>Yellow</i>	20 – 70
Kategorija 3 <i>Category 3</i>	Aktivna trulež drva <i>Active wood decay</i>	Crvena <i>Red</i>	0 – 20
Kategorija 4 <i>Category 4</i>	Šupljina <i>Cavity</i>	Ljubičasta <i>Purple</i>	180 – 255



**Slika 2.** Izdvajanje i izračun površina različitih kategorija stanja drva na tomogramima pomoću ImageJ programa.

**Fig. 2.** Differentiation of different wood condition category area and its calculation on tomograms with ImageJ software.



**Slika 3.** Izdvajanje i izračun površine različitih kategorija stanja drva s fotografija korištenjem ImageJ programa. Bijelom bojom su označene izdvojene površine.

**Figure 3.** Differentiation of different wood condition category area and its calculation from stump photographs with ImageJ software. Differentiated areas were marked with white colour.

Izračun površine različitih kategorija stanja drva na tomogramima se radio prema modificiranoj metodologiji Gilberta i dr. (2016) kod koje se koristi manipulacija nijansi boja prema HSB modelu. HSB model boje analizira prema nijansi (engl. *Hue*), zasićenju (engl. *Saturation*) i svjetlini (engl. *Brightness*). Za analizu površine drva na tomogramima su izdvojene četiri različite kategorije koje smo svrstali u određene HSB parametre nijanse, zasićenja i svjetline boje. Za sve kategorije drva na tomogramima skala zasićenja je bila u rasponu od 140 do 255, a skala svjetline od 170 do 255. Raspon na skali nijanske boje se razlikovao po kategorijama pretpostavljenog stanja drva na tomogramima. Za prvu kategoriju (zdravo drvo) koristio se raspon od 70 do 110, drugu kategoriju od 20 do 70, treću od 0 do 20, dok je četvrta kategorija (šupljine) bila u rasponu od 180 do 255 (Škarica 2019) (Tablica 2).

Tomogrami su postavljeni u mjerilo kako bi dobili broj točaka (pixela) koji odgovara dužini od 1 cm (Slika 2a). Zatim je određena ukupna površina tomograma (Slika 2b) te površine četiri različite kategorija opisa stanja drva (slika 2c- 2f).

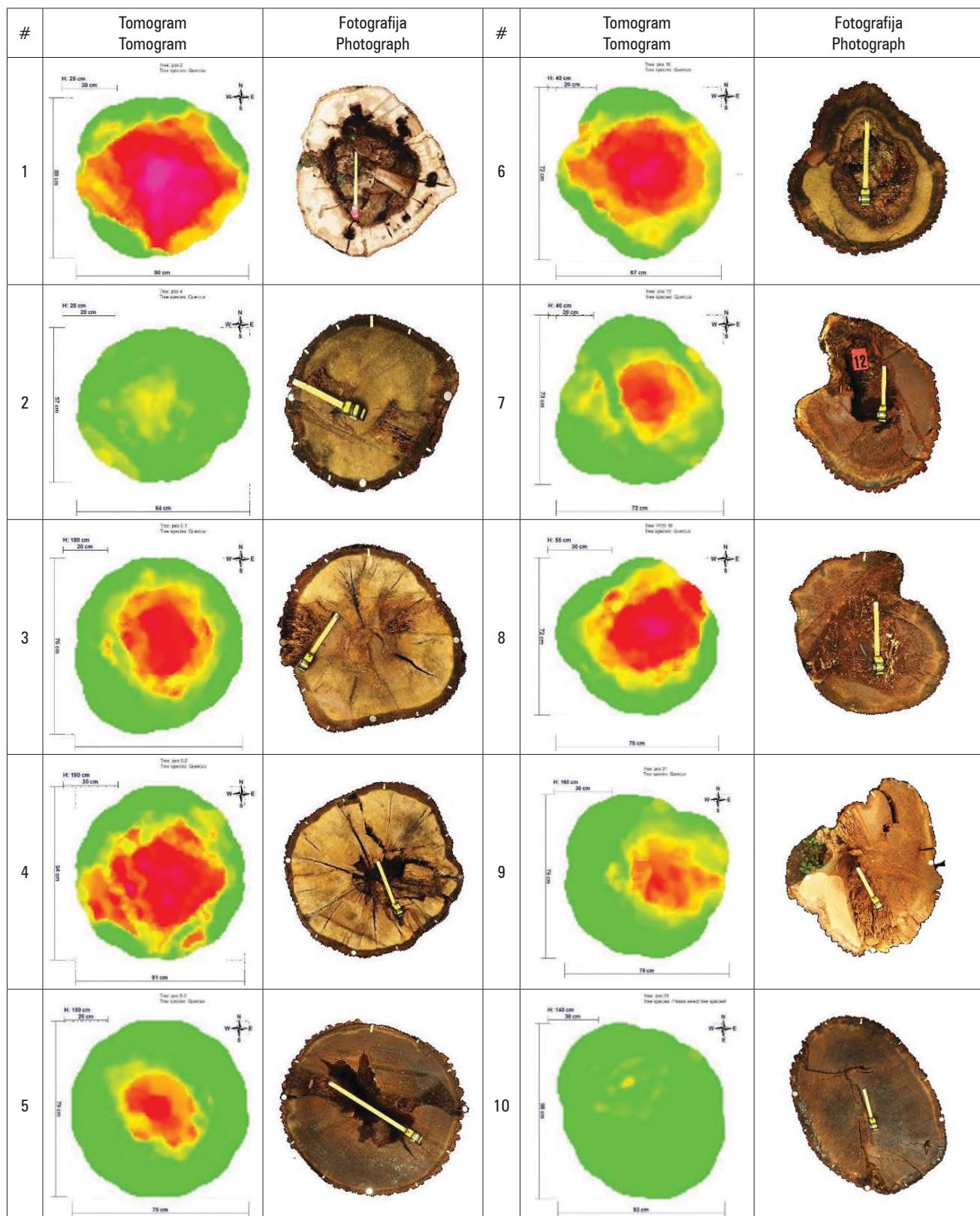
#### Opis izračuna površine trulog drva na fotografijama – *Description of decayed wood area measurements on photographs*

Nakon izmjere zvučnim tomografom, deset stabala hrasta kitnjaka je posjećeno na visini gdje je napravljena izmjera. Panjevi koji su ostali nakon sječe su fotografirani digitalnim fotoaparatom Olympus OM-D E-M1. Prije fotografiranja, označene su pozicije senzora i postavljen je metar kao mjerilo radi kalibracije udaljenosti na panju i izgleda unutrašnjeg presjeka drva (Slika 3). Stanje i površina pojedinih kategorija razgradnje drva na presjeku ispitivanih stabala je određeno prema vizualnoj prosudbi stupnja biološke degradacije drva uz povremenu dodatnu potvrdu *Knife probing test* metodom (Larjavaara i Muller-Landau 2010). Kao i kod analize tomograma, na taj način su izdvojene četiri različite kategorije opisa stanja drva na presjeku posjećenih panjeva (Tablica 2).

Za izmjeru površine razgrađenog drva na fotografijama panjeva posjećenih stabala također je korištena analiza fotografija kroz program ImageJ (Abramoff i dr. 2004). Dimenzije točki (pixela) dobivene su korištenjem kalibracije

fotografije s mjerne vrpce koju smo postavili na panj (Slika 3a). Zatim smo odredili ukupnu površinu presjeka panja (Slika 3b), kao i površine poligona pojedinih kategorija drva (Slika 3c-f). Njihovim zbrajanjem dobili smo površinu ci-

jelje kategorije. Usporedbom površina pojedinih kategorija s ukupnom površinom određeno je postotno učešće pojedine kategorije stanja drva na fotografijama panjeva posjećenih stabala.



Slika 4. Usporedba tomograma i fotografija panjeva kod 10 stabala hrasta kitnjaka.

Fig. 4. Comparison of tomograms and stumps photographs on 10 sessile oak trees.

## Statistička analiza podataka – *Statistical data analysis*

Za usporedbu površine izdvojenih kategorija opisa stanja drva između tomograma i fotografija panjeva posjećenih stabala korišten je neparametrijski Wilcoxonov test na osnovi ekvivalentnih parova (engl. *Wilcoxon Matched-pairs signed Rank Test*), s obzirom da podaci nisu imali normalnu distribuciju. Statistička analiza podataka provedena je u programu Statistica 13 (TIBCO Software Inc. 2018).

## REZULTATI RESULTS

### Usporedba tomograma i fotografija panjeva hrasta kitnjaka – *Comparison of tomograms and photographs of sessile oak stumps*

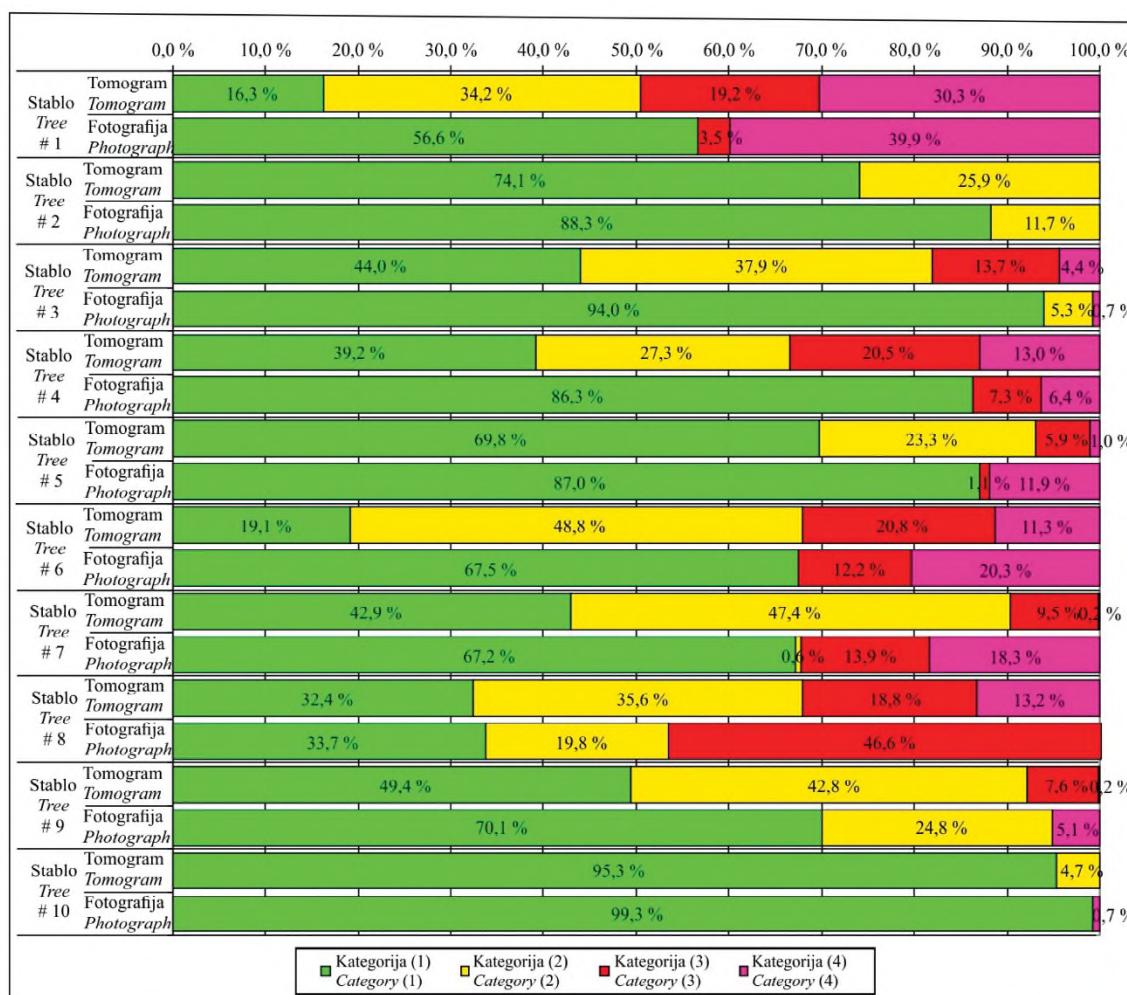
Nakon sječe istraživanih stabala, obavljena je kvalitativna usporedba tomograma i fotografija panjeva hrasta kitnjaka (Slika 4). Stabla na kojima su obavljena mjerena zvučnim tomografom imala su simptome koji ukazuju na prisutnost truleži, međutim ona je bila vidljiva na osam od deset

tomograma, dok za dva stabla nije potvrđena prisutnost trulog drva nakon mjerena zvučnim tomografom. Pregledom panjeva posjećenih stabala utvrđeno je prisutnost trulog drva kod sedam stabala, dok je unutrašnje stanje tri stabala bilo zdravo. Od sedam stabala na kojima je potvrđena prisutnost trulog drva, kod tri stabla su procesi razgradnje drva bili uglavnom u početnom stadiju, dok su četiri stabla većinom bila zahvaćena procesima jače razgradnje i razvojem šupljina.

Usporedbom tomograma i fotografija vidljivo je da kod 8 od 10 stabala oblik tomograma prati oblik panja s fotografije. Zvučni tomograf je uspješno prikazao položaj razgrađenog dijela drva kod devet od deset istraživanih stabala hrasta kitnjaka.

### Usporedba stanja razgradnje drva na tomogramima i fotografijama – *Comparison of wood decay condition on tomograms and photographs*

Usporedbom stanja razgradnje drva na tomogramima i fotografijama određeni su različiti površinski udjeli za četiri kategorije (Slika 5). Kategorija 1, koja predstavlja zdravo



**Slika 5.** Usporedba stanja razgradnje drva na tomogramima i fotografijama kod 10 stabala hrasta kitnjaka.

**Fig. 5.** Comparison of wood decay condition on tomograms and photographs on 10 sessile oak trees.

drvo, bila je prisutna kod svih stabala na tomogramima i fotografijama. Kategorija 2, početna razgradnja drva, određena na deset tomograma, međutim na fotografijama panjeva bila je vidljiva samo kod pet posjećenih stabala. Veće razlike između tomograma i fotografija bile su kod znatnije natrulog drva unutar kategorija 3 (aktivna trulež drva) i 4 (šupljine). Na tomogramima kod osam stabala bila je prisutna kategorija 3 i 4 stanja drva, dok je na fotografijama presjeka panjeva kategorija 3 bila prisutna na šest, a kategorija 4 kod osam stabala.

Udio površine kategorija stanja drva prikazanih na tomogramima uspoređeni su s istim kategorijama na fotografijama kod istraživanih stabala. Najveća razlika u udjelu kategorije stanja drva dobivena je kod zdravog drva (kategorija 1). Na svim fotografijama stvarnog stanja udio zdravog drva bio je veći nego što je to određeno na tomogramima. Prosječno učešće kategorije 1 (zdravo drvo) na tomogramima bilo je za 26,8 % manje od stvarnog stanja na fotografijama panjeva stabala hrasta kitnjaka. Kod kategorije 2 (početna trulež drva) utvrđena je obrnuta situacija, tako da je kod svih stabala udio površine početne razgradnje drva bio veći na tomogramima nego na fotografijama stvarnog stanja. Prosječno gledano, kategorija 2 stanja drva bila je za 26,6 % više zastupljena na tomogramima u odnosu na fotografije presjeka panjeva. Za kategorije 3 i 4 ustaljena su u prosjeku manja odstupanja između tomograma i fotografija, u iznosu do 3,2 % površine drva. Usporedbom razlika udjela površine trulog drva kod tomograma i fotografija stvarnog stanja ističu se veće razlike kod četiri od deset istraživanih stabala. Udio jače razgrađenog trulog drva (kategorija 3 aktivna trulež drva i kategorija 4 šupljine) na tomogramima kod dva stabla bio je precijenjen (za 17,4 % i 19,8 %) zbog sraslih pukotina unutar debla. Kod dva stabla udio jače razgrađenog trulog drva bio je potcijenjen na tomogramima (za 14,6 % i 22,5 %) zbog nepravilno reproducirane oblike stabla (žilišta) i asimetrično smještene truleži.

Wilcoxonovim testom na osnovi ekvivalentnih parova (engl. *Wilcoxon Matched-pairs signed Rank Test*) uspoređena je površina različitih kategorija drva između tomograma i fotografija presjeka panjeva (Tablica 3). Kod zdravog drva (kategorija 1) i početne razgradnje (kategorija 2) utvrđena je statistički značajna razlika ( $p \leq 0,05$ ) između učešća površine drva na tomogramima i fotografijama, dok kod kategorija 3 i 4 nije bilo značajnih razlika u udjelu površina trulog drva (aktivna trulež i šupljine).

Rezultati razlika udjela površina različitih kategorija stanja drva na tomogramima i fotografijama stvarnog stanja ukazuju da je kod fotografija stabla na terenu (panj) teže razlučivanje površina između kategorija 1 (zdravo drvo) i 2 (početne faze razgradnje drva), u odnosu na drvo kategorija 3 (aktivna trulež) i 4 (šupljine) gdje nije bilo značajnih razlika u površinama.

## RASPRAVA DISCUSSION

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je korištenjem zvučnog tomografa ARBOTOM® kod osam od deset stabala utvrđena prisutnost trulog drva na tomogramima, dok je vizualnom potvrdom rezultata određena trulež drva kod 7 stabala. Uporaba arborikulturnih dijagnostičkih instrumenta se preporuča kao nadopuna vizualnoj prosudbi stabala, s ciljem određivanja veličine i položaja trulog drva u unutrašnjosti stabla s obzirom da aktivnost gljiva truležnica dovodi do narušavanja strukturne stabilnosti stabla (Leong i dr. 2012). Odabir stabala za istraživanje se temeljio na zapažanjima iz vizualne prosudbe, pri kojoj su na stablima prepoznati simptomi i greške drva koje upućuju na razgradnju drva. Kako kod dva stabla, unatoč simptomima koji su na to ukazivali, nije određena trulež drva na tomogramima, pretpostavljamo da se radi od početnim stadijima zaraze gljiva truležnica. Kod vrsta drveća, koje imaju veću gustoću i trajnije drvo, poput hrasta

**Tablica 3.** Usporedba učešća površine različitih kategorija stanja drva između tomograma i fotografija presjeka panjeva Wilcoxonovim testom na osnovi ekvivalentnih parova.

**Table 3.** Comparison of different wood condition area category between tomograms and photographs of stumps cross section using Wilcoxon Matched-pairs signed Rank Test.

Parovi varijabli <i>Pair of Variables</i>	N	T	Z	p
Tomogram kategorija 1 & Fotografija kategorija 1 <i>Tomograph category 1 &amp; Photography category 1</i>	10	0,00	2,803060	<b>0,005062</b>
Tomogram kategorija 2 & Fotografija kategorija 2 <i>Tomograph category 2 &amp; Photography category 2</i>	10	0,00	2,803060	<b>0,005062</b>
Tomogram kategorija 3 & Fotografija kategorija 3 <i>Tomograph category 3 &amp; Photography category 3</i>	8	9,00	1,260252	0,207579
Tomogram kategorija 4 & Fotografija kategorija 4 <i>Tomograph category 4 &amp; Photography category 4</i>	9	14,00	1,006993	0,313939

\* Označene vrijednosti su značajne na razini  $p < 0,05$

\*Marked values are significant at  $p < 0,05$

kitnjaka, razgradnje drva djelovanjem gljiva truležnica se događa sporije (Sabadi 1996).

Zvučni tomograf uspješno je prikazao oblik tomograma koji prati oblik presjeka stabla s fotografije stvarnog stanja s terena u osam od deset slučajeva. Oblik presjeka je osim načinom postavljanja i nepravilnošću oblika uvjetovan i s brojem senzora koji se koriste za izmjeru. Korištenjem većeg broja senzora moguće je dobiti veću rezoluciju, čime se povećava preciznost mjerjenja. U istraživanju Tarasiuk i dr. (2007) provedenom na običnom boru u Poljskoj korišteno je šest senzora za mjerjenje ARBOTOM® tomografom. Oni zaključuju da tomogrami sliče, ali ne daju istovjetan oblik stvarnom stanju na terenu zbog malog broja senzora, te preporučuju povećanje broja senzora za bolje rezultate. Kod nas je u istraživanju korišten komplet ARBOTOM® zvučnog tomografa s dvanaest senzora čime se dobije veća gustoća pravaca prolaska zvuka, a time i kvalitetnija rezolucija na tomogramima. Preporuke za povećanje broja senzora zvučnog tomografa iznose Liang i Fu (2014). Problem prikaza stvarnog stanja unutrašnjeg stabla na tomogramima ovisi o geometriji oblika stabla koji se ispituje. Kod kružnog presjeka, s malim odstupanjem može se očekivati uspješnija reprodukcija unutrašnjeg stanja stabla. Kod modela zvučnog tomografa ARBOTOM® postavljanje geometrijskog oblika događa se na način da se umanjuje ili povećava odstupanje od kružnog oblika, čime se uspješnije reproducira oblik stabla na mjestu mjerjenja (Rinn 2012). Međutim, kod mjerjenja kompleksnih oblika stabla, poput žilišta, vrlo je bitno točno izmjeriti pozicije senzora, jer se njima utječe na izmjerenu brzinu prolaska zvučnih valova, oblik tomograma i veličinu natrulog dijela drva (Rust 2017). Prema Gilbertu i dr. (2016) pravilno postavljanje senzora na stabla koja nemaju pravilan kružni oblik debla bitno je za dobivanje kvalitetnijih rezultata mjerjenja zvučnim tomografom i smanjenja grešaka mjerjenja koje dovode do razlika u površini zdravog i trulog drva. Brzina prolaska zvučnih valova je ovisna o putu koji zvučni val prijeđe u jedinici vremena, te stoga svaka greška u izmjeri udaljenosti između senzora dovodi do pogrešnog prikaza na tomogramu. U našem istraživanju kod dva stabla, na kojima nije uspješno prikazan oblik presjeka panja s fotografije, na tomogramu je utvrđeno podcjenjivanje udjela znatnije trulog drva unutar kategorija 3 (aktivna) i 4 (šupljine) za 14,6 % i 22,5 % u odnosu na stvarno stanje.

Osim uspješne reprodukcije oblika stabla, koji je bitan preduvjet za određivanje preciznosti instrumenta, važno je poznavanje preciznosti izmjere samog instrumenta koje se očituje u uspješnom prikazu unutrašnjeg stanja drva kod živilih stabala. Često se odluke o uklanjanju ili zadržavanju vrijednih i povjesno važnih stabala donose na temelju pregleda stabla arborikulturnim dijagnostičkim instrumentima poput zvučnog tomografa (van Wassenaer i Richardson 2009). Cristini i dr. (2021) su utvrdili da postoje

značajne razlike izmjerenim brzinama zvuka kod različitih modela zvučnog tomografa, međutim razlike u načinu prikaza unutrašnjeg stanja stabla na tomogramima bile su manje izražene. Pri tome je zvučni tomograf ARBOTOM® uspješno prikazao trulo drvo na izmjerrenom presjeku, ali ne i šupljinu manjih dimenzija. Sposobnost zvučnog tomografa za određivanje površine trulog drva kod živilih stabala ispitivali su Gsell i dr. (2009) te su utvrdili da zvučni tomograf može prepoznati šupljine koje su veće od 5 % površine poprečnog presjeka stabla. Podaci drugih autora pokazuju da, generalno gledano, zvučni tomograf u svojim prikazima na tomogramima podcjenjuje površinu razgrađenog drva. Međutim, istraživanja se razlikuju u postotnom udjelu tih razlika. One su bile u rasponu od manje od 1 % (Ostrovsky i dr. 2017) do 14 % (Wang i dr. 2009) površine razgrađenog drva. Potrebno je uzeti u obzir da su u tim istraživanjima ispitivane različite vrste drveća s različitim instrumentima, što može objasniti varijabilnost u rezultatima što su pokazali Cristini i dr. (2021). U istraživanju Gilbert i Smiley (2004) uspoređivane su fotografije stvarnog stanja stabla i tomogrami, te se zaključuje da je zvučni tomograf (Picus Sonic Tomograf) uspješan kod uzoraka sa zdravim drvom, dok kod stabala s degradacijom drva zbog truleži daje tomograme koje prikazuju manju površinu truleži od one koje je potvrđena vizualnom usporedbom. Ta razlika bila je u presjeku do 5 % površine presjeka, a najviša izmjerena razlika bila je 20 %. U našem istraživanju utvrđene su značajne razlike u udjelu površine kod kategorija 1 i 2 opisa stanja drva, dok kod kategorija 3 i 4 nije bilo značajnih razlika u udjelu ovih površina kod tomograma i fotografija presjeka panjeva. Razlozi značajnih razlika kod kategorija 1 i 2 mogu se objasniti karakteristikama ovih kategorija i njihovim izdvajanjem na panjevima posjećenih stabala. Dok kategorija 1 predstavlja zdravo drvo, kategorija 2 odnosi se na drvo u početnim stadijima razgradnje, koje može biti uvjetovano promjenama vlažnosti i početnom diskoloracijom radi enzimskog djelovanja gljiva truležnica na stanice drva. Poznato je da vlaga drva smanjuje brzinu zvuka (Gurda 1999), dok Brucham i dr. (2019) navode da podcjenjivanje površine oštećenog drva na tomogramima može biti uvjetovano manjom osjetljivosti instrumenta da razluči početne stadije truleži drva. Ovisno o upotrijebljenoj skali boja koje reprezentiraju brzine zvuka može doći do razlike u procijenjenim površinama zdravog ili oštećenog drva. Kod našeg istraživanja zdravo drvo bilo je određeno sa zelenom bojom tomograma, pri čemu je kod svih stabala utvrđen manji iznos zdravog drva na tomogramima nego na fotografijama presjeka panjeva. Međutim, ukoliko se za drvo koje je na tomogramu označeno žutom bojom brzine prolaska zvuka (za koju smo pretpostavili opis stanja početna trulež drva) svrsta u kategoriju zdravog drva i pribroji kategoriji 1, dolazimo do prosječno razlike manje od 1 % u procjeni površina zdravog drva. Taj rezultat odnosi se na 6

stabala kojima je uspješno reproduciran oblik na tomogramu i nisu imala pukotinu u unutrašnjosti stabla. U istraživanju Rusta (2017) također je vizualno uspoređivan prikaz tomograma sa stvarnim stanjem drva, međutim tamo je za natrulo drvo korištena druga kategorizacija boja, odnosno raspon brzine prolaska zvučnih valova kroz drvo. U tom istraživanju sve površine gdje je na tomogramu utvrđena ružičasta, crvena i tamno narančasta boja, klasificirane su kao trulo drvo, međutim žuta boja je klasificirana pod zdravo drvo. Osjetljivost tomograma na udio različitih boja pokazali su Burcham i dr. (2019) primjenom zvučnog tomografa PiCUS® 3 kod kojeg su primjenom tri boje iz skale tomograma dobili razliku površinom oštećenog dijela i tomograma od 2 %, dok su kod dvije boje iz tomograma dobili razliku od prosječno 14 %.

Yue i dr. (2019) su uspoređujući tomograf koji mjeri električni otpor sa zvučnim tomografom zaključili da je zvučni tomograf uspješniji kod uznapredovale razgradnje drva kada su prisutne šupljine i veći udio razgrađenog drva, dok se početni stadiji truleži uspješnije prepoznaju na tomogramu koji mjeri električni otpor drva. To je u skladu s našim rezultatima, gdje je potvrđeno da nema statistički značajnih razlika između tomograma i fotografija kod stabla koja su imala drvo koje je jače razgrađeno aktivnom truleži (kategorija 3) i šupljine (kategorija 4). Iako je za monitoring urbanih stabala poželjno poznavanje pojave truleži koje je karakterizirano s početnim stadijima kolonizacije gljiva truležnica pri čemu dolazi do promjene vlažnosti drva, što se uspješno prepoznaje s tomografom koji mjeri električni otpor (Luo i dr. 2019), za arborikulturnu dijagnostiku urbanih stabala od loma stabla važnije je uspješnije poznavanje površina drva koje su značajnije razgrađene djelovanjem gljiva truležnica. Trulež drva dovodi do gubitka čvrstoće drva, čime se povećava rizik od loma stabla. Položaj trulog dijela drva prikazanog na tomogramima hrasta kitnjaka nije odgovarao položaju trulog drva na presjecima panjeva kod jednog od deset primjera. Također, na jednom tomogramu trulo drvo je asimetrično prikazano, za razliku od ostalih 9 tomograma na kojima je trulo drvo prikazano centralno. O položaju trulog drva u deblu stabla uvelike ovisi čvrstoća dijela stabla na savijanje i lom. Čvrstoća debla je najveća ako se truli dio nalazi u centru, dok se opterećenja uzrokovana djelovanjem vanjskih sila najprije prenose na periferne dijelove, a zatim u unutrašnjost stabla. Deflorio i dr. (2008) u istraživanju na gorskom javoru navode kako se trulež drva na perifernim dijelovima debla teže prepoznaje pomoću zvučnog tomograma. Zvučni valovi se većinom susreću u centru debla, te je zbog slabije rezolucije prikaz perifernog dijela tomograma manje precizan od centralnog dijela. Za uspješnije određivanje čvrstoće debla na savijanje i lom potrebno je precizno odrediti položaj natrulog ili šupljeg dijela stabla, jer on ima značajni utjecaj na izračun momenta

otpora presjeka debla (engl. *cross section sectional modulus*) što su u svom istraživanju pokazali Koizumi i Hirai (2006) na primjerima stabala topole sa značajnim nepravilnostima oblika i različito smještenim šupljinama.

Unatoč tome što nisu utvrđene značajne razlike u udjelu degradiranog drva (kod tomograma i fotografija, kod dva istraživana stabla zvučni tomograf je precijenio udio trulog drva unutar kategorija 3 i 4 (aktivna trulež i šupljine). Razlog ovim razlikama smo utvrdili nakon sječe istraživanih stabala, gdje je bilo vidljivo da su ona u unutrašnjosti centralno imala zvjezdaste srasle pukotine koje nisu bile vidljive vizualnim pregledom stabala VTA metodom prije mjerena zvučnim tomografom. Wang i dr. (2007) na primjeru crvenog hrasta ukazuju na to da prisutnost pukotina u unutrašnjosti debla negativno utječe na interpretaciju tomograma. Posebno naglašavaju „zvjezdaste“ i „zmijolike“ pukotine koje dodatno uvećavaju prikaz degradacije i oštećenja. To se događa zbog nemogućnosti prolaska zvučnih valova kroz pukotine, već oni moraju „kružiti“ oko pukotine te tako povećavaju svoj put, a posljedično i vrijeme potrebno da stignu do drugih senzora. Time se smanjuje njihova brzina, te zbog toga na tomogramu vidimo degradirani dio većim nego na fotografiji stvarnoga stanja. Wang i Allison (2008) savjetuju povećanje broja senzora i smanjenje razmaka među njima kako bi se umanjila pogreška mjerena, kao i korištenje tehnike mjerena mehaničkog otpora drva bušenju (tvz. rezistogramija) da bi se locirale pukotine u unutrašnjosti stabla.

Buduća istraživanja točnosti prikaza stanja mogu se dopuniti, ispitivanjem mehaničkih svojstava drva, mjerenjem gustoće drva na uzorcima drva kao i ispitivanjem učinka različitih vrsta truleži, čime bi se dobila kvalitetnija interpretacija faktora koji utječu na prikaz unutrašnjeg stanja drva na tomogramima u odnosu na vizualnu kontrolu na stablima.

## ZAKLJUČAK

### CONCLUSION

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da se korištenjem arborikulturnog dijagnostičkog instrumenta zvučnog tomografa mogu uspješno odrediti područja zdravog drva i trulog drva kod urbanih stabala hrasta kitnjaka. Iako su za istraživanje odabrana stara stabla sa simptomima truleži, ona je na tomogramima bila prikazana kod osam od deset istraživanih stabala. Sjećom stabala nakon izmjere zvučnim tomografom, trulež drva je utvrđena na presjecima panjeva sedam stabala, od kojih su kod tri stabla procesi razgradnje drva bili uglavnom u početnom stadiju, dok su četiri stabla većinom bila zahvaćena procesima jače razgradnje i razvojem šupljina. Oblik stabla uspješno je prikazan na tomogramima kod osam od deset stabala, dok je položaj trulog drva uspješno prikazan kod devet od deset istraživanih stabala hrasta kitnjaka.

Kod šest od deset istraživanih stabala udio površina drva različitih kategorija stanja na tomogramima potvrđen je usporedbom sa stvarnim stanjem. U ovom istraživanju zvučni tomograf prikazao je manji udio zdravog drva (kategorija 1) i veći udio početne truleži drva (kategorija 2) na tomogramima u odnosu na stvarno stanje, dok je udio jače razgrađenog drva (kategorija 3) i šupljina (kategorija 4) bio točno prikazan.

Uporabom zvučnog tomografa, u arborikulturnoj dijagnostici, smanjuje se mogućnost ostavljanja opasnih stabala, čije drvo je degradirano gljivama truležnicama, kod kojih je veći rizik za lom stabla i nastanak štete. Točnom interpretacijom rezultata zvučnog tomografa, uz poznavanje čimbenika koji utječe na dobiveni prikaz tomograma, unaprjeđuje se vizualna prosudba urbanih stabala. Ovim pristupom moguće je sačuvati brojna stara i vrijedna stabla koja su ugrožena gljivama truležnicama, čime se utječe na povećanje koristi od stabala u urbanom okolišu.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Rad je napravljen u sklopu projekta „Mjere prilagodbe klimatskim promjenama za održivo upravljanje prirodnim resursima - MEMORIE“, koji je financiran iz operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014 – 2020. „Shema za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskim promjenama“, (ref. oznaka: KK.05.1.1.02).

## LITERATURA REFERENCES

- Abramoff, M.D., P.J. Magalhães, S.J. Ram, 2004: Image processing with ImageJ, Biophotonics international, Vol. 11 (7): 36-42.
- Allison, R. B., X. Wang, C.A. Senalik, 2020: Methods for Nondestructive Testing of Urban Trees, Forests, 11 (12): 1341; doi:10.3390/f11121341.
- Arciniegas, A., F. Prieto, L. Brancheriu, P. Lasaygues, 2014: Literature review of acoustic and ultrasonic tomography in standing trees, Trees, Vol. 28 (6): 1559-1567.
- Braze, N.J., R. E. Marra, L. Gocke, P. van Wassenaer, 2011: Non-destructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography, Forestry, 84 (1): 33-39.
- Bucor, V., 2005: Ultrasonic techniques for nondestructive testing of standing trees, Ultrasonics, 43: 237-239.
- Burcham, D., N.J. Braze, R. E. Marra, B. Kane, 2019: Can sonic tomography predict loss in load-bearing capacity for trees with internal defects? A comparison of sonic tomograms with destructive measurements, Trees 33, 681-695.
- Cristini, V., J. Tippner, B. Vojáčková, V. Paulić, 2021: Comparison of variability in results of acoustic tomographs in pedunculate oak (*Quercus robur* L.), BioResources, 16 (2): 3046-3058.
- Deflorio, G., S. Fink, F. W. Schwarze, 2008: Detection of incipient decay in tree stems with sonic tomography after wounding and fungal inoculation, Wood Sci. Technol., 42 (2): 117-132.
- Espinosa, L., F. Prieto, L. Brancheriu, P. Lasaygues, 2019: Ultrasonic imaging of standing trees: factors influencing the decay detection, 2019 XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA). str 1-5.
- Gilbert, E. A., E. T. Smiley, 2004: Picus sonic tomography for the quantification of decay in white oak (*Quercus alba*) and hickory (*Carya* spp.), J. arboric., 30 (5): 277-281.
- Gilbert, G. S., J. O. Ballesteros, C. A. Barrios-Rodriguez, E. F. Bonadies, M. L. Cedeño-Sánchez, N. J. Fossatti-Caballero, M. M. Trejos-Rodríguez, J. Moises Pérez-Suñiga, K. S. Holub-Young, L. A. W. Henn, J. B. Thompson, C. G. García-López, A. C. Romo, D. C. Johnston, P. P. Barrick, F. A. Jordan, S. Hershcovich, N. Russo, J. David Sánchez, J. Pablo Fábrega, R. Lumpkin, H. A. McWilliams, K. N. Chester, A. C. Burgos, E. Beatriz Wong, J. H. Diab, S. A. Renteria, J. T. Harrower, D. A. Hooton, T. C. Glenn, B. C. Faircloth, S. P. Hubbell, 2016: Use of Sonic Tomography to Detect and Quantify Wood Decay in Living Trees, Appl Plant Sci, 4 (12): 1600060, DOI: 10.3732/apps.1600060.
- Gsell, S., D. Gsell, J. Dual, M. Motavalli, P. Niemz, 2009: Acoustic wood tomography on trees and the challenge of wood heterogeneity, Holzforschung, 63: 107-112. 10.1515/HF.2009.028.
- Gurda, S., 1999: Tehnologija drveta, Šumarski fakultet u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 298 str.
- Johnstone D., G. Moore, M. Tausz, M. Nicolas, 2010: The Measurement of Wood Decay in Landscape Trees, Arboric Urban For, 36 (3): 121-127.
- Koizumi, A., T. Hirai, 2006: Evaluation of the section modulus for tree-stem cross sections of irregular shape, J. Wood Sci., 52(3): 213-219.
- Larjavaara, M., H.C. Muller-Landau, 2010: Comparison of decay classification, knife test, and two penetrometers for estimating wood density of coarse woody debris, Can. J. For. Res. 40: 2313-2321.
- Li, G., X. Wang, H. Feng, J. Wiedenbeck, R. J. Ross, 2014: Analysis of wave velocity patterns in black cherry trees and its effect on internal decay detection, Comput. Electron. Agric., Vol. 104: 32-39. doi.org/10.1016/j.compag.2014.03.008.
- Liang, S., F. Fu, 2014: Effect of sensor number and distribution on accuracy rate of wood defect detection with stress wave tomography, Wood Res., Vol. 59 (4): 521-532.
- Leong, E.C., D. C. Burcham, Y.-K. Fong, 2012: A Purposeful Classification of Tree Decay Detection Tools, Arboric. J., 34 (2): 91-115.
- Luo, Z., H. Guan, X. Zhang, 2019: The temperature effect and correction models for using electrical resistivity to estimate wood moisture variations, J. Hydrol., Vol 578: 124022, https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124022.
- Marra, R. E., N.J. Braze, S. Fraver, 2018: Estimating carbon loss due to internal decay in living trees using tomography: implications for forest carbon budgets, Environ. Res. Lett. 13: 105004.
- Mattheck, C., H. Breloer, 1994: The body language of trees: A handbook for failure analysis, TSO, London, 240 str.
- Mattheck, C., 2007: Updated field guide for Visual Tree Assessment, Verlag Forschungszentrum Karlsruhe, 170 str.
- Nicolotti, G., L.V. Socco, R. Martinis, A. Godio, L. Sambuelli, 2003: Application and comparison of three tomographic techniques for the detection of decay in trees, J. Arbor. 29: 66-78.
- Nowak, D. J., J. F. Dwyer, 2007: Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In Urban and Community Forestry in the Northeast; Kuser, J.E., Ed.; Springer: New York, NY, USA, str. 25-46.

- Ostrovský, R., M. Kobza, J. Gažo, 2017: Extensively damaged trees tested with acoustic tomography considering tree stability in urban greenery, *Trees*, 31 (3): 1015–1023.
- Paulić, V., 2015: Prosudba opasnih stabala korištenjem vizualnih metoda i arborikulturnih instrumenata, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Zagreb, 296 str.
- Paulić, V., D. Drvodelić, S. Mikac, G. Gregurović, M. Oršanić, 2015: Arborikulturna i dendroekološka analiza stanja stabala divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) na području grada Velike Gorice. Šumarski list, Vol. 139 (1-2): 21-34.
- Rinn, F., 2012: Arbotom: User manual, Heidelberg, Njemačka.
- Rust, S., 2017: Accuracy and Reproducibility of Acoustic Tomography Significantly Increase with Precision of Sensor Position, *Journal of Forest and Landscape Research*, Vol. 2(1): 1–6.
- Tarasiuk, S., G. Jednoralski, K. Krajewski, 2007: Quality assessment of old-growth Scots pine stands in Poland, U: M. Grześkiewicz (ur.), Quality control for wood and wood products, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland, str. 153–160.
- TIBCO Software Inc. 2018: Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.
- Tikvić, I., D. Ugarković, I. Peles, I. Knežić, G. Medunić-Orlić, S. Marinić, L. Butorac, A. Čmrlec, R. Koharević, M. Nazlić, S. Pavlinović, M. Špika, R. Tomić, 2017: Procjene usluga šumske ekosustava i općekorisnih funkcija šuma Park šume Marjan u Splitu. Šumarski list, Vol. 141 (5-6): 277-285.
- Tomiczek, C., D. Diminić, T. Cech, B. Hrašovec, H. Krehan, M. Pernek, B. Perny, 2008: Bolesti i štetnici urbanog drveća, Šumarski institut, Jastrebarsko, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 384 str.
- Tyrväinen, L., S. Pauleit, K. Seeland, S. De Vries, 2005: Benefits and Uses of Urban Forests and Trees, U: C. Konijnendijk, K. Nilsson, T. B. Randrup, J. Schipperijn (ur.), Urban forests and trees, Springer, Berlin, Heidelberg, str. 81-114.
- Schneider, C. A., W. S. Rasband, K. W. Eliceiri, 2012: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis, *Nat. Methods*, 9 (7): 671–675.
- Sabadi, R., 1996: Uporaba hrastovine, U: D. Klepac, J. Dundović, J. Gračan (ur.), Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU, Vinkovci-Zagreb, str. 331-371.
- Škarica, T., 2019: Procjena površine zdravog drva zvučnim tomografom kod stabala hrasta kitnjaka u Parku Maksimir, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, 31 str.
- Ugarković, D., M. Matijević, I. Tikvić, K. Popić, 2021: Neka obilježja klime i klimatskih elemenata na području grada Zagreba. Šumarski list, Vol. 145 (9-10): 479-488.
- van Wassenaer, P., M. Richardson, 2009: A Review of Tree Risk Assessment using minimally invasive technologies and two case studies, *Arboric. J.*, Vol. 32, 275-292.
- Vitasović Kosić, I., B. Aničić, 2005: Istraživanje socioloških aspekata parka Maksimir, *J. Cent. Eur. Agric.*, Vol. 6 (1): 77-84.
- Wang, L., H. Xu, C. Zhou, L. Li, X. Yang, 2007., Effect of sensor quantity on measurement accuracy of log inner defects by using stress wave, *J. For. Res.*, Vol. 18 (3): 221-225.
- Wang, X., R.B. Allison, 2008: Decay detection in red oak trees using a combination of visual inspection, acoustic testing, and resistance microdrilling. *Arboric Urban For*, 34 (1): 1– 4.
- Wang, X., J. Wiedenbeck, S. Liang, 2009: Acoustic tomography for decay detection in black cherry trees, *Wood Fiber Sci*, 41: 127-137.
- Yue, X., L. Wang, J.P. Wacker, Z. Zhu, 2019: Electric resistance tomography and stress wave tomography for decay detection in trees – a comparison study. *PeerJ* 7:e6444 <https://doi.org/10.7717/peerj.6444>.
- \*Struna Hrvatsko strukovno nazivlje: URL: <http://struna.ihjj.hr> (pristupljeno 20.09.2021).

## SUMMARY

Urban trees and forests contribute to citizens' wellbeing and provide a wide range of benefits. Yet in the urban environment, trees are exposed to a range of abiotic and biotic factors that can impair growth. Wood decay fungi are a major cause of tree failure. Devices supported methods that measure certain wood properties are often used in addition to visual assessment of urban trees. Acoustic tomography is a device that measures the velocity of sound wave propagation through wood in the radial and tangential directions and is used to assess internal defects in trees. The aims of this study were to determine the size and position of healthy and decayed wood and to define the accuracy of acoustic tomography on ten old sessile oak trees in the Maksimir Forest Park, Zagreb. Results of acoustic tomography images (tomograms) were compared with photographs of tree cross sections after felling to confirm decay. The visual assessment indicated the presence of decay on ten trees, and this decay was visible on eight of ten tomograms. Decay was further confirmed in seven cross-sections after felling. Of these, three trees had incipient wood decay, while four had active wood decay with cavity formations. The shape of tomograms and position of decay were similar to the cross-section photographs for eight and nine trees, respectively. The area of decayed wood in different wood condition categories was correctly shown on the tomograms in comparison with the cross-section photographs in six of the trees. Acoustic tomography underestimated the area of sound wood and overestimated incipient wood decay in comparison with the actual state of cross-sections, while the area of active degraded wood and cavities was accurately represented.

**KEY WORDS:** sessile oak, urban forest, arboriculture, acoustic tomography, decayed wood.

# STRUKTURA NADZEMNE BIOMASE DIVLJE TREŠNJE (*PRUNUS AVIUM* L.) U NIZINSKIM ŠUMAMA HRVATSKE

## THE STRUCTURE OF ABOVE-GROUND BIOMASS OF WILD CHERRY (*Prunus avium* L.) IN LOWLAND CROATIAN FORESTS

<sup>1</sup>Željko ZEČIĆ, <sup>1</sup>Andreja ĐUKA, <sup>1</sup>Dinko VUSIĆ, <sup>1</sup>Branko URŠIĆ, <sup>2</sup>Davor BENIĆ

### SAŽETAK

U radu su prikazane sastavnice strukture ukupne nadzemne biomase stabala divlje trešnje (*Prunus avium* L.) na području spačvanskog bazena u Upravi šuma Podružnica Vinkovci. Istraživanja su obavljena na 120 primjernih stabala divlje trešnje, prsnih promjera od 10 do 72 cm i visine od 10,8 do 34,4 m. Drvni sortimenti izrađeni su prema Hrvatskim normama proizvoda iskorištavanja šuma iz 1995. godine.

Sortimentna struktura primjernih stabala divlje trešnje pokazuje znatna odstupanja u odnosu na tablice sortimentne strukture za voćkarice koje koristi trgovacko društvo „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb. Udio trupaca za furnir kreće se od 9,29 % u debljinskom stupnju 37,5 cm do najviše 19,50 % u debljinskom stupnju 67,5 cm. Pilanski trupci prvog razreda kakvoće kreću se u rasponu od 12,04 % (72,5 cm) do 19,89 % (32,5 cm), a drugog razreda kakvoće od 17,30 % (62,5 cm) do 26,89 % (32,5 cm). Drvni sortiment tanke oblovine zastupljen je u debljinskom stupnju 17,5 cm sa 17,44 % te u debljinskom stupnju 22,5 cm sa 15,90 %, dok je u višim debljinskim stupnjevima značajno manje zastupljen. Udio prostornog drva je najveći u prvom debljinskom stupnju 88,76 % (12,5 cm) te u sljedeća dva sa 67,44 % i 47,71 %, a najmanji je u debljinskom stupnju 67,5 cm sa 27,01 %. Prosječni udio prostornoga drva iznosi 42,09 %. Otpad se u ukupnoj strukturi krupnog drva kreće od 11,24 % (12,5 cm) do 19,12 % (27,5 cm), a prosječno iznosi 16,47 %. Dvostruka debljina kore kreće se u rasponu od 0,53 cm do 3,37 cm, odnosno prosječno  $1,66 \pm 0,57$  cm, a postotni udio kore kreće se od 4,77 % do 16,46 %, sa srednjom vrijednošću od  $9,02 \pm 2,01$  %.

Utvrđeni su i parametri Schumacher-Hallove jednadžbe, gustoća drva, udio vode, obujam granjevine (promjera <7 cm) te struktura ukupne nadzemne biomase.

**KLJUČNE RIJEČI:**drvni obujam,drvni sortimenti,debljina kore,otpad

### 1. UVOD INTRODUCTION

Istraživanja nadzemne biomase stabla, pod kojom se podrazumijeva cijelokupnidrvni obujam stabla, od razine tla do vršnoga pupa, nametnuli su aktualni trendovi u njenom

korištenju, jer su uvođenjem novih tehnologija svi dijelovi stabla postali iskoristivi. Oni dijelovi stabla, koji su nakon sječe, izrade i izvoženja, ostajali u šumi kao otpad ili granjevina, postali su vrlo tražen emergent. Razlozi leže u činjenici kako je ljudska potreba za svim oblicima energije i

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Željko Zečić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Svetosimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska, e-mail: [zzevic@sumfak.unizg.hr](mailto:zzevic@sumfak.unizg.hr)

<sup>1</sup> Doc. dr. sc. Andreja Đuka, e-mail: [aduka@sumfak.unizg.hr](mailto:aduka@sumfak.unizg.hr)

<sup>1</sup> Doc. dr. sc. Dinko Vusić, e-mail: [dvusic@sumfak.unizg.hr](mailto:dvusic@sumfak.unizg.hr)

<sup>1</sup> Branko Ursić, mag. ing. silv., e-mail: [bursic@sumfak.unizg.hr](mailto:bursic@sumfak.unizg.hr)

<sup>2</sup> univ. spec. silv. Davor Benić, Hrvatske šume Zagreb, USP Vinkovci, Trg bana Josipa Šokčevića 20, 32100 Vinkovci, Republika Hrvatska, e-mail: [davor.benic@hrsume.hr](mailto:davor.benic@hrsume.hr)

proizvoda sve veća, uz istodobno shvaćanje kako su nam resursi ograničeni. Uz to se nadovezuje napredak tehničkih sredstava i tehnoloških procesa koji nam omogućuju lakšu i učinkovitiju proizvodnju, ali zahtijevaju standarde pomnog planiranja. Upotrebljivost i operativnost donesenih poslovnih odluka nije moguća bez poznavanja sortimentne strukture planiranog etata.

Zbog točnog i stručnog planiranja izvođenja radova prije sječe i izrade te analiza nakon sječe, postoji potreba za utvrđivanjem drvnog obujma stabala predviđenih za sječu, kao i sortimentne strukture stabala, odnosno sječine. Kvalitetna izrada plana sječa nije moguća bez odgovarajućih sortimentnih tablica. Izrada sortimentnih tablica predstavlja vremenski dugotrajan posao koji se sastoji od terenskog prikupljanja podataka, te njihove obrade koja rezultira izradom matematičko-statističkih modela. Sve dosadašnje metode utvrđivanja sortimentne strukture zahtijevaju da se primjerim stablima odredi ukupni obujam i obujam sortimenata u dubećem ili oborenom stanju, što zahtijeva utrošak znatne količine vremena (Pranjić i Lukić 1997). Uz zahtjevan postupak izrade velik nedostatak sortimentnih tablica je to što one u pravilu vrijede za ona područja za koja su izrađene, jer promjena stanišnih uvjeta donosi promjene značajki pada promjera i debljine kore. Također, s vremenom se mogu promjeniti prirodni ili ekonomski uvjeti koji mogu utjecati na točnost ili upotrebljivost tablica (Perković 2010).

Trgovačko društvo „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb pri planiranju primjenjuje jedinstvene tablice udjela drvnih sortimenata za voćkarice, jer do sada u Hrvatskoj nisu napravljena istraživanja sortimentne strukture pojedinih vrsta voćkarica, pa tako ni za divlju trešnju. Nedovoljno poznavanje strukture nadzemne biomase, posebice udjela tehničke oblovine, rezultira izradom nepotpunih planova sječa. Stoga se najčešće u odnosu na plan ostvaruje kvalitetnija sortimentna struktura, kao i veće izvršenje ukupnog drvnog obujma od planiranog. Kako bi se što bolje planiralo poslovanje, neophodno je znati količinu, kakvoću i ekonomsku vrijednost obujma drva koji će se u idućem razdoblju posjeći i izraditi.

U Hrvatskoj se primjenjuju Hrvatske norme proizvoda iskorištavanja šuma (1995), a osnovna im je značajka klasifikacija drvnih sortimenta prema namjeni, dok je kod novih europskih, odnosno hrvatskih normi (HRN EN) namjena drvnih sortimenata prepustena tržišnim odnosima, a klasifikacija se obavlja prema kakvoći. Za divlju trešnju u Hrvatskoj nije tiskana europska norma.

Divlja trešnja spada u vrste drveća s tankom korom koja je sive boje, ljušti se u horizontalnim prstenastim trakama. U starosti se javlja i ispucala mrtva kora. Debljina kore pojedinog stabla ovisi o promjeru stabla, ekološkim prilikama u kojima se stablo razvijalo i raslo i položaju koje stablo uzima u sastojini. Neka istraživanja utvrdila su opće pri-

hvaćene zakonitosti ponašanja kore na stablima (Krpan 1986). Dvostruka debljina kore stabla opada od panja prema vrhu, a povećava se s povećanjem promjera obloga drva. Postotni udio kore se smanjuje povećanjem promjera, a povećava se smanjenjem promjera.

Divlja trešnja je najzastupljenija voćkarica u Republici Hrvatskoj, ali s relativno malim udjelom u ukupnoj drvnoj zalihi, gdje je zasebno iskazana s tek 0,28 % odnosno 1.189.789 m<sup>3</sup> (ŠGOP RH 2016) dok je određeni udio iskazan i u kategoriji ostale tvrde bjelogorice (OTB). Njen potencijal je zasigurno višestruko veći i u zadnje vrijeme nalažešen je kroz osnivanje sjemenskih klonskih plantaža divlje trešnje (šumarija Kutina) i istraživanja njenih šumsko-uzgojnih svojstava te mogućnosti proizvodnje sadnica (Pavelić 2006). Divlja trešnja zauzima poziciju vrste kojoj treba posvetiti veću pozornost kako u uzgojnem, tako i u smislu pridobivanja drva, odnosno povećanju prihoda.

Dosadašnja istraživanja koja se odnose na problematiku poznavanja količine i kakvoće nadzemne biomase možemo podijeliti na istraživanja vezana uz produkciju biomase, utvrđivanje strukture drvnih sortimenata u iskorištenom obujmu (etatu) i čimbenicima koji utječu na količinu i kakvoću proizvedene drvne tvari. Tako Perić (2001) mjeri produkciju drvnog obujma različitim provenijencijama hrasta lužnjaka na dva različita lokaliteta, jednog na području srednje, a drugog na području istočne Hrvatske.

Krpan i drugi (2011) istražuju cjelokupnu strukturu nadzemne biomase stabala alepskog bora, kao naše autohtone vrste s velikim potencijalom za proizvodnju biomase za energiju na priobalnom području. Obavlja se sječa i izrada modelnih stabala i utvrđuje se kakvoćna struktura izrađenih drvnih sortimenata, mjeri se sitna granjevina, češeri i posebno iglice. Komlenović i dr. (1996) uz nadzemnu istražuju i podzemnu biomasu u klonskom testu stablastih vrba na području šumarije Čakovec. Utvrđuju i sadržaj suhe tvari uzorka biljnog materijala gravimetrijskom metodom. Lukić i Kružić (1996) izrađuju regresijske modele biomase debljine za običnu bukvu, za bukove jednodobne sastojine i regresijski model totalne težine biomase za običnu bukvu. Obrađena su srednja plošna sastojinska stabla kako bi se obuhvatili svi dobni i bonitetni razredi. Bogdan i dr. (2006) u šumarijama Darda i Čazma istražuju potencijal proizvodnje biomase stablastih vrba na marginalnim tlima koja nisu prikladna za uzgajanje ekonomski vrjednijih vrsta drveća. Zečić i dr. (2011) istražuju ukupnu nadzemnu biomasu stabala obične jele, europskog ariša i crnog bora u prirodnim šumama i šumskim kulturama. Vusić i dr. (2019) istražuju prinos biomase različitih klonova topole s naglaskom na značajke koje određuju prikladnost uporabe proizvedene biomase u energijske svrhe.

Prka i Krpan (2007) pokušavaju riješiti najveći problem sortimentnih tablica najzastupljenije vrste u Republici Hr-

vatskoj – obične bukve; njihovu jednoobraznost koja ne uvažava vrstu sijeka kao jedan od ulaza. Dosadašnji pristup univerzalnih tablica udjela šumskih drvnih sortimenata jedne vrste drveća u šumarstvu pokazao se prilično neprikladnim, jer struktura sortimenata kod obične bukve znatno odstupa u ovisnosti o vrsti sijeka. Stoga i usporedba strukture tehničke oblovine bukovih sjećina izrađenih prema zahtjevima međunarodnih normi i normi koje se primjenjuju u hrvatskom šumarstvu trebaju posebno uvažati strukturu izrađenih drvnih sortimenata proreda i pri-premnog sijeka, a posebno naplodnog i dovršnog sijeka (Prka i Poršinsky 2009). Krpan i dr. (2006) te Prka i dr. (2009) istražuju pojavu i značajke nepravne srži bukovih stabala kao jednog od bitnih čimbenika koji utječe na kakvoću tehničke oblovine, a time na iskorištenje i vrijednost drvnih sortimenata po svim razredima kakvoće, otežavajući ispravno planiranje sortimentne strukture budućih sjećina. Pojavnost nepravne srži i truleži na bukovoj oblovini istražuju i Arač i dr. (2021) i zaključuju da navedene greške utječu na smanjenje iskorištenja obujma i vrijednosti stabala. Marenčić i dr. (2020) donose rezultate monitoringa kakvoće i količine bukova drva od stabla preko drvnog sortimenta do pilanskog proizvoda. Zelić (2004) izrađuje preliminarne sortimentne tablice krupnog drva hrasta sladuna, vrste za koju u šumarskoj operativi takve tablice do tada nisu postojale, utvrđivši kako na strukturu udjela drvnih sortimenata u obujmu stabla i sastojine znatno utječe i bo-nitet staništa.

Štefančić (1997, 1998) istražuje udjele drvnih sortimenata u obujmu krupnog drva za hrastove lužnjak i kitnjak, poljski jasen i bukvu i pokušava odrediti utjecaj prsnog promjera (debljinskog stupnja) i tarifnog niza (visine stabla) na njihovu pojavnost. Šušnjar (2001) izrađuje sortimentne tablice obične jele za gospodarsku jedinicu „Belevine“ u sklopu Nastavno pokusnog šumskog objekta Zalesina i utvrđuje manje razlike u odnosu na primjenjivane sortimentne tablice.

Zečić i dr. (2009) istražuju sortimentnu strukturu posušenih stabala obične jele, a Tikvić i dr. (2009) istražuju sortimentnu strukturu oštećenih stabala hrasta lužnjaka u spačvanskim šumama. Zečić i dr. (2012) istražuju potencijal biomase obične bukve. Proizvodni potencijal biomase crnoga bora istražuju Zečić i dr. (2013).

Poršinsky i Vujeva (2007) na primjeru smrekove oblovine utvrđuju gubitke obujma drva koji nastaju izmjerom na propisani način. Definiraju gubitke koji nastaju zbog propisanog izraza za izračun obujma, propisanog načina izmjere promjera, odbijanja dvostrukе debljine kore i propisanog načina izmjere duljine i ukazuju na nedostatke trenutnih načina izmjere. Time zahvaćaju jednu širu i poznatu problematiku koja izravno utječe na izradu sortimentnih tablica, jer možebitna promjena propisanog načina iz-

mjere može dovesti i do potrebe korekcije postojećih sortimentnih tablica. Utjecaj propisanog načina izmjere te načina odbitka dvostrukе debljine kore na gubitke obujma drva kod tehničke oblovine hrasta kitnjaka istražuju Đuka i dr. (2020).

Debljinu kore, koja je jedna od bitnih sastavnica otpada pri mjerenu drvnog obujma, istražuju Božić i dr. (2007) na primjeru stabala obične jele. Poršinsky i dr. (2020) istražuju značajke kore divlje trešnje (*Prunus avium* L.) s obzirom na: 1) dvostruku debljinu u ovisnosti o promjeru izrađene oblovine, 2) udjel kore u ovisnosti o promjeru izrađene oblovine te zaključuju kako se istraživanjem ovisnosti dvostrukе debljine kore o promjeru obloga drva s korom komercijalnih vrsta drva, osigurava nepristranost između kupaca i prodavatelja pri trgovini drvom.

Cilj ovoga istraživanja je utvrditi strukturu nadzemne biomase stabala divlje trešnje na području spačvanskih šuma; odnosno:

- odrediti parametre Schumacher-Hallove jednadžbe;
- utvrditi dvostruku debljinu kore, obujam kore i ovisnost debljine kore o srednjem promjeru drvnog sortimenta;
- utvrditi količinu i značajke granjevine (promjera < 7 cm) te iskazati količinu granjevine u ukupnoj količini nadzemne biomase stabla i
- konstruirati sortimentne tablice.

## 2. MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Mjesto istraživanja – Research area

Divlja trešnja je vrsta koja na području spačvanskih šuma pridolazi u pojedinačnom, pratećem obliku u šumskim sa-stojinama uz hrast lužnjak i poljski jasen. Radi relativno malog broja doznačenih stabala (jer se s divljom trešnjom gospodari na svojevrstan „stablimičan način“) planirano je obaviti izmjeru primjernih stabala divlje trešnje u više gospodarskih jedinica Uprave šuma Podružnice (UŠP) Vinkovci, gdje će se metodom sekcioniranja izmjeriti ukupna nadzemna biomasa stabala uključujući i sitnu granjevinu.

Istraživanje je provedeno na području tri šumarije UŠP Vinkovci (Cerna, Mikanovci i Vinkovci). Ukupno su u tri gospodarske jedinice primjerna stabla divlje trešnje mjerena u 11 odsjeka. U gospodarskoj jedinici (GJ) „Krivsko ostrvo“, ukupne površine 1.488,94 ha u odjelu 31c, starosti 94 godine, omjer smjese drvene zalihe je: hrast lužnjak 86,69 %, poljski jasen 4,92 %, američki jasen 0,34 %, obični grab 0,25 %, klen 4,05 %, nizinski brijest 0,85 % i ostale voćkarice 2,90 %. Istraživanje je provedeno na četiri primjerna stabla divlje trešnje. U gospodarskoj jedinici „Muško ostrvo“, površine 3.013,68 ha, odjel 18a površine 18,70 ha, starosti 60 godina istraživanje je obavljeno na 15 primjernih stabala.

Omjer smjese drvne zalihe je: hrast lužnjak 32,51 %, poljski jasen 42,94 %, obični grab 4,02 %, klen 14,51 %, vez 2,84 % i ostale voćkarice 3,16 %.

U gospodarskoj jedinici „Kunjevci“, površine 3.106,43 ha, odjel 10a, površine 43,26 ha, starosti 88 godina obavljeno je istraživanje na 16 primjernih stabala u omjeru smjese drvne zalihe: hrast lužnjak 16,06 %, poljski jasen 4,75 %, obični grab 75,78 %, klen 2,72 %, nizinski brijest 0,21 % i ostale voćkarice 0,46 %. U odjelu 11a, starosti 31 godina, istraživanja su provedena na devet primjernih stabala, gdje su ostale voćkarice zastupljene s 0,47 %. U odjelu 46a, starosti 48 godina, obavljeno je mjerjenje na osam primjernih stabala, a ostale voćkarice su zastupljene sa svega 0,38 %. U odjelu 51a, starosti 106 godina, ostale su voćkarice zastupljene sa 0,42 %, a mjerjenje je obavljeno na 10 primjernih stabala. U odjelu 51b, starosti 106 godina izmjerena su dva primjerna stabla divlje trešnje iako se u omjeru smjese vrsta ne navode. U odjelu 54c, starosti 106 godina divlja trešnja zastupljena je sa 1,25 % u omjeru smjese, a istraživanje je obavljeno na 13 primjernih stabala. U odjelu 57b, starosti 126 godina istraživanje je provedeno na tri primjerna stabla. U odjelu 67a, starosti 23 godine, prikupljanje podataka obavljeno je na četiri primjerna stabala. U mlađem odjelu 69c, starosti 28 godina, površine 33,10 ha istraživanje je obavljeno na 36 primjernih stabala u okviru ostale tvrde bjelogorice (OTB) od 10,00 %, gdje je evidentirana i divlja trešnja. Ukupno je u navedenim odjelima obrađeno 120 stabala divlje trešnje. U tablici 1 prikazani su objedinjeni podaci po odsjecima za sva primjerna stabla.

## 2.2 Metode istraživanja – Research methods

Terenska istraživanja provedena su na primjernim stablima u redovitom planu sječa poslovne godine. S obzirom na maleni udio divlje trešnje u redovitim sječama, plan je bio izvršiti izmjeru stabala u svim sječinama, prethodnog i glavnog prihoda, u kojima se pojavljuje divlja trešnja. Sječa primjernih stabala obavljena je u razdoblju mirovanja vegeta-

cije. Primjerna stabla su mjerena i izrađivana neposredno nakon obaranja (obaranje su izvršili sjekači matične šumarije) ili su obarana, mjerena i izrađivana neposredno prije redovite sječe. Terenska istraživanja obavljao je tim od tri ili četiri osobe, voditelj istraživanja, šumski radnik sjekač i dva pomoćna radnika. Voditelj istraživanja je kao stručna osoba na svim primjernim stablima tijekom terenskih radova vršio prikrajanje i obilježavanje mjesta prereza te je nakon izrade drvnih sortimenata obavljao mjerjenje i razvrstavanja prema razredima kakvoće. Nakon završetka sječe, izrade i preuzimanja drvnih sortimenata, obavljena su preostala mjerjenja sitne granjevine i uzorkovanja debla i krošnje za laboratorijske analize.

Prsni promjer stabla mjerjen je u dubećem ili oborenom stanju (dva međusobno okomita promjera s milimetarskom točnošću). Visina stabla mjerena je nakon obaranja od čela prvoga trupca (pribrajajući visinu panja) do vršnoga pupa, mjernom vrpcom na decimetar točno. Starost stabala određena je brojanjem godova na panju ili debljem kraju prvog trupca uz dodavanje tri godine za srčiku.

Prikrajanje drvnih sortimenata obavljeno je sukladno Hrvatskim normama proizvoda iskorištavanja šuma iz 1995. godine, vodeći računa da se od raspoloživog drvnog obujma dobije najveća vrijednost. Sukladno standardima određene su sljedeće kategorije za izmjeru: trupci za furnir (F), pilanski trupci I. razreda kakvoće (PT1), pilanski trupci II. razreda kakvoće (PT2), tanka oblovina (TO) i prostorno drvo (PD) koje čine gule i jednometarski ogrjev.

Debljina kore mjerena je pomicnim mjerilom s podjelom na 0,1 milimetar točno, na način da je uzorak kore odvojen od oblog drva sjekirom s dvije suprotne strane ili je na prezima čela drvnog sortimenta izmjerena debljina kore na oba čela te je za vrijednost debljine korištena njihova aritmetička sredina. Jednometarskom prostornom drvu do 7 cm promjera je na tanjem kraju također mjerena debljina kore kao i na gulama kraćim od jednog metra.

**Tablica 1.** Opis uzorka

Table 1. Sample description

Šumarija Forest office	Cerna	Mikanovci			Vinkovci						
		Krivo ostrovo	Muško ostrovo		Kunjevci						
Gospodarska jedinica Management unit											
Odsjek Subcompartment	31c	18a	10a	11a	46a	51a	51b	54c	57b	67a	69c
Uzorak, N Sample, N	4	15	16	9	8	10	2	13	3	4	36
Prosječna starost ( $\pm$ sd), god Average age ( $\pm$ sd), years	59,8 (7,79)	53,3 (8,5)	74,3 (16,9)	31,1 (2,6)	40,3 (4,0)	75,3 (20,0)	93,0 (17,0)	64,2 (13,4)	68,3 (29,8)	20,0 (3,6)	24,3 (3,5)
Prsni promjer ( $\pm$ sd), cm DBH ( $\pm$ sd), cm	40,9 (7,2)	46,7 (12,5)	53,6 (11,4)	27,9 (3,1)	30,5 (3,6)	52,1 (13,9)	57,2 (14,5)	47,2 (10,6)	48,5 (19,0)	13,3 (3,8)	17,9 (4,0)
Visina ( $\pm$ sd), m Height ( $\pm$ sd), m	26,3 (4,0)	26,1 (3,3)	29,9 (2,4)	19,2 (3,7)	21,2 (3,3)	30,2 (3,9)	31,6 (4,0)	28,2 (13,4)	25,8 (8,9)	11,7 (0,7)	14,5 (0,9)

Izrađenoj tehničkoj oblovini i gulama duljina je mjerena na najkraćem mjestu, mjernom vrpcem na centimetar točno, a promjeri (dva međusobno okomita) su mjereni na sredini duljine svakoga sortimenta na milimetar točno. Jednometarskim oblicama promjerkom je na sredini dužine oblice izmjerena jedan promjer na milimetar točno (slika 1).

Uz gubitke uslijed odbitka kore na tehničkoj oblovini i gubitke vezane za normom propisani način izmjere dimenzija, odnosno iskaza obujma, detaljno su evidentirane i sve ostale sastavnice otpada. Stoga je zbrajanjem neto obujma izrađenih sortimenata i evidentiranog obujma sastavnica otpada bilo moguće iskazati bruto obujam krupnog drva pojedinog primjernog stabla. Potom je ovisnost bruto obujma o prsnom promjeru stabla (zaokruženom na centimetar točno) izjednačena Schumacher-Hallovom jednadžbom (Emrović 1960) u cilju određivanja parametara za divlju trešnju i njihove operativne uporabe pri konstrukciji tarifa.

Masa je sitne granjevine tanje od 7 cm izmjerena po jednom stablu u svakome debljinskom stupnju, odnosno na 13 primjernih stabala. Kod svakoga od tih stabala izvršeno je uhrapavanje grana i izmjera mase dinamometrom svake pojedine hrpe zajedno s korom. Obujam je granjevine izračunat temeljem utvrđene prosječne gustoće u svježem stanju, a njegova je ovisnost o prsnom promjeru stabla izjednačena regresijskom jednadžbom.

Maseni udio vode drva u svježem stanju određen je gravimetrijskom metodom sušenjem uzorka u sušioniku na  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  do postizanja konstante mase. Gustoća drva u svježem stanju određena je kao odnos mase i obujma uzorka neposredno nakon obaranja, a nominalna gustoća je određena kao odnos mase u standardno suhom stanju i obujma u svježem stanju.

Struktura je ukupne nadzemne biomase prikazana uvećavanjem postotnog udjela bruto obujma krupnog drva (po sastavnicama) postotnim iznosom obujma sitne granjevine za pojedini debljinski stupanj.

Regresijskom analizom pokušalo se utvrditi ponašanje udjela pojedinog sortimenta s promjenom prsnog promjera stabla, odnosno ovisnost ta dva parametra. Glavni problem koji se pojavljuje u analizi je postojanje „nepravih“ nula (Vuletić 1999) unutar podataka o kakvoći. „Neprava“ nula je izraz koji se koristi za nepostojanje pojedinog sortimenta u strukturi pojedinog stabla, a koje bi ga prema svojim dimenzijama moglo imati. Primjerice, određeno primjerno stablo promjera 50 cm nema u svojoj strukturi furnirske sortimente divlje trešnje, a znamo kako se furnirske sortimente sukladno minimalnim dimenzijama standarda, pojavljuju se od debljinskog stupnja 37,5 cm na više. Time se stvaraju dva odvojena skupa podataka. Prvi skup predstavlja izmjereni parovi podataka promjera i udjela pojedinog sortimenta, a drugi skup predstavljaju nule na osi X. Nule predstavljaju stabla određenog promjera koja nemaju u svo-



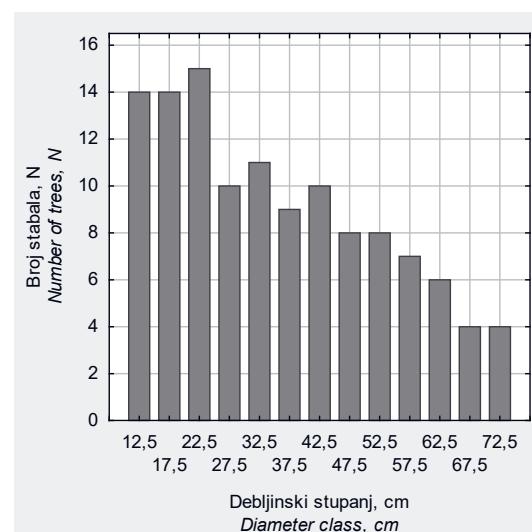
**Slika 1.** Izrađeni drvni proizvodi divlje trešnje u odjelu 10 A, GJ Kunjevc  
**Figure 1** Bucked wild cherry assortments in subcompartment 10a, management unit Kunjevc

joj strukturi određeni sortiment. To ne znači kako je takvo stablo loše kakvoće, nego samo ne sadrži određeni sortiment. S obzirom na velik varijabilitet nije opravdano postavljati funkciju izjednačenja kroz, na taj način, grupirane podatke. Stoga su primjerna stabla grupirana u debljinske stupnjeve i izračunana je srednja vrijednost udjela pojedinog sortimenata po debljinskom stupnju.

### 3. REZULTATI

#### RESULTS

Istraživanje je provedeno na uzorku od 120 stabala divlje trešnje iz redovitog plana sječa. Prsni promjeri stabala su izmjereni u rasponu od 10 cm do 72 cm i razvrstani su u 13 debljinskih stupnjeva širine 5 cm (slika 2). Utvrđena starost stabala kretala se u rasponu od 16 do 106 godina.



**Slika 2.** Distribucija broja stabala uzorka po debljinskim stupnjevima  
**Figure 2** Distribution of the number of sample trees by diameter class

**Tablica 2.** Statistička značajnost parametara modela obujma,  
**Table 2.** Statistical significance of volume model parameters,

Varijabla Variable	Procjena Estimate	Standardna pogreška Standard error	t-vrijednost <i>t-value</i> df = 117	p-razina <i>p-value</i>	Interval pouzdanosti 95,0 % <i>Conf limit 95.5%</i>
					Donja granica <i>Lo.</i> Gornja granica <i>Up.</i>
$b_0$	-4,49029	0,105879	-42,4099	<0,000001	-4,69998 -4,28061
$b_1$	2,43205	0,048059	50,6060	<0,000001	2,33687 2,52723
$b_2$	0,56428	0,093855	6,0122	<0,000001	0,37840 0,75015
$F(3,117) = 7283,70; p < 0,01$					

Aritmetička sredina svih prsnih promjera se nalazi u debljinском stupnju 37,5 cm, medijan je u debljinskom stupnju 32,5 cm. Visine stabala izmjerene su u rasponu od 10,8 m do 34,4 m sa srednjom vrijednošću  $22,5 \pm 7,2$  m.

### 3.1 Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe – *Parameters of Schumacher-Hall equation*

Izjednačenje ovisnosti obujma krupnog drva o prsnom promjeru i visini stabala provedeno je računskim putem po metodi najmanjih kvadrata uz upotrebu Schumacher-Hallove jednadžbe (Emrović 1960), a parametri matematičkog modela i njihova statistička značajnost prikazani su u tablici 2.

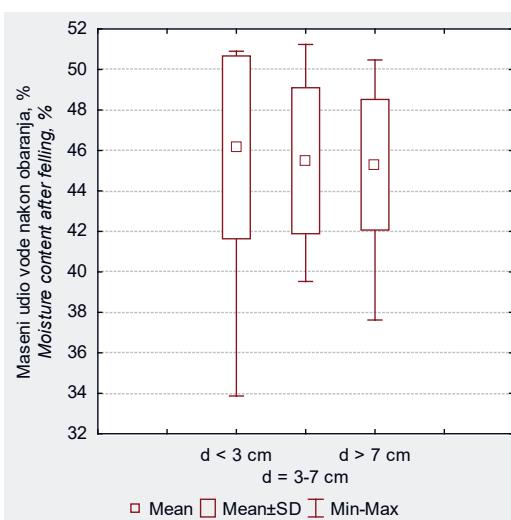
### 3.2 Količina i značajke granjevine – *Quantity and features of braches*

Sitna granjevina promjera manjega od 3 cm ima najveći sadržaj vode i najveću gustoću u svježem stanju nakon obaranja, kao i nominalnu gustoću. Povećanjem promjera grana opada sadržaj vode, kao i gustoća (slike 3 i 4). Gustoća svježe kore je zbog većeg udjela vode veća od istog obujma srži svježeg drva. Padajući trend sadržaja vode i gustoće s povećanjem promjera je zakonitost koja je opće prihvaćena, jer se dvostruka debljina kore povećava s promjerom obloga drva, dok postotni udio dvostrukе debljine i obujma kore opada. Prema Krpanu (1986) gustoća kore je veća od gustoće srži drva.

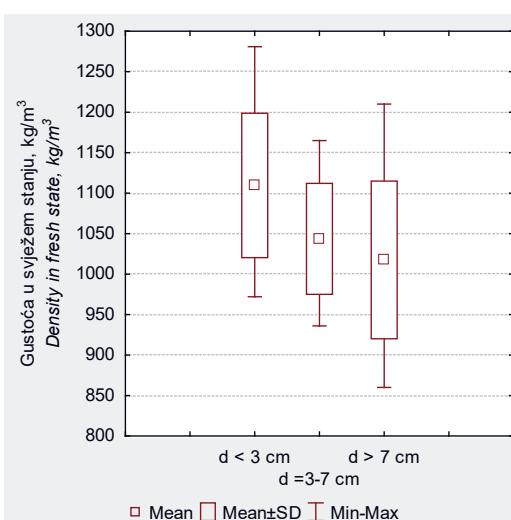
Promjer grana istraživanih uzoraka kretao se u rasponu od 2,1 cm do 10,7 cm, sa srednjom vrijednošću  $6,09 \pm 2,82$  cm. Sadržaj vode izračunat je u rasponu od 33,87 % do 51,18 % sa srednjom vrijednošću  $45,63 \pm 3,74$  %. Kod granjevine tanje od 3 cm prosječni sadržaj vode je 45,32 %, kod grana od 3–7 cm iznosi 45,64 %, a kod grana debljih od 7 cm iznosi 44,71 % (slika 3).

Gustoća drva granjevine krošnje u svježem stanju nakon obaranja (slika 4) pokazuje ovisnost o promjeru grana, a kreće se u rasponu od  $860 \text{ kg/m}^3$  do  $1281 \text{ kg/m}^3$  sa srednjom vrijednošću  $1056,87 \pm 92,34 \text{ kg/m}^3$ . Vidljivo je opadanje gustoće s porastom promjera grana. Prosječna gustoća drva u svježem stanju sitne granjevine promjera manjeg od 7 cm

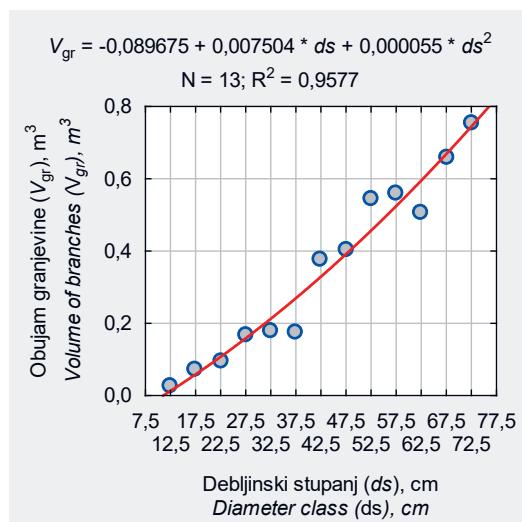
iznosi  $1058 \text{ kg/m}^3$ , a nominalna gustoća iznosi  $575 \text{ kg/m}^3$ . Gustoća svježeg drva grana promjera većeg od 7 cm iznosi  $1018 \text{ kg/m}^3$ , a nominalna gustoća  $556 \text{ kg/m}^3$ .



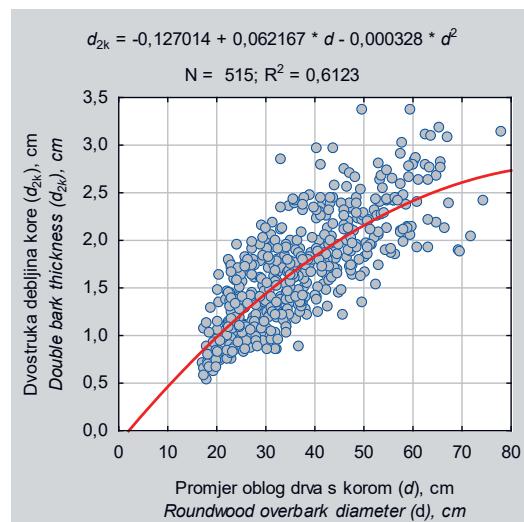
**Slika 3.** Maseni udio vode u granama nakon obaranja  
**Figure 3** Moisture content in branches after felling



**Slika 4.** Gustoća drva granjevine u svježem stanju  
**Figure 4** Wood density of branches in fresh state



**Slika 5.** Ovisnost obujma granjevine o debljinskom stupnju  
Figure 5 Volume of branches vs. diameter class



**Slika 6.** Dvostruka debljina kore u ovisnosti o promjeru obloga drva s korom  
Figure 6 Double bark thickness vs. roundwood overbark diameter

**Tablica 3.** Statistička značajnost parametara modela,  $d_{2k} = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2$   
Table 3. Statistical significance of model parameters,  $d_{2k} = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2$

Varijabla <i>Variable</i>	Procjena <i>Estimate</i>	Standardna pogreška <i>Standard error</i>	t-vrijednost <i>t-value</i> df = 117	p-razina <i>p-value</i>	Interval pouzdanosti 95,0 % <i>Conf limit 95,5%</i>
					Donja granica <i>Lo.</i> Gornja granica <i>Up.</i>
$b_0$	-0,127014	0,138530	-0,91687	0,359641	-0,399172      0,145143
$b_1$	<b>0,062167</b>	<b>0,007192</b>	<b>8,64400</b>	<b>&lt;0,000001</b>	<b>0,048038</b> <b>0,076297</b>
$b_2$	<b>-0,000328</b>	<b>0,000087</b>	<b>-3,78434</b>	<b>0,000172</b>	<b>-0,000499</b> <b>-0,000158</b>

F(3,512) = 4072,49; p < 0,01

Masa sitne granjevine kretala se od 27,75 kg za debljinski stupanj 12,5 cm do 799,75 kg za debljinski stupanj 72,5 cm, a izjednačenje ovisnosti obujma sitne granjevine (izračunatog na temelju prosječne gustoće u svežem stanju i utvrđene mase) prikazano je na slici 5.

### 3.3 Debljina kore – Bark thickness

Na svakom izmjerrenom sortimentu primjernog stabla izmjerena je i debljina kore. Ukupno je izmjereno 515 podataka dvostrukog debljina kore i promjera oblovine. Izmjerene vrijednosti dvostrukog debljina kore kretale su se u rasponu od 0,53 cm do 3,37 cm sa srednjom vrijednošću  $1,66 \pm 0,57$  cm. Promjeri na sredini komada obloga drva s kojih su uzimani uzorci izmjereni su u rasponu od 17,2 cm do 78,1 cm sa srednjom vrijednošću  $36,7 \pm 12,4$  cm (slika 6).

U uzorku se postotni udio kore kretao u rasponu od 4,77 % do 16,46 %, sa srednjom vrijednošću  $9,02 \pm 2,01$  %. Izjednačenjem postotnog udjela kore u obujmu drvnog sortimenta izračunat je postotni udio kore za debljinski stupanj 22,5 cm od 9,59 %, a za debljinski stupanj 72,5 cm 7,19 %. Rezultati su potvrdili tezu kako s povećanjem promjera oblovine, postotak dvostrukog debljina i obujma kore opada.

### 3.4 Sortimentna struktura – Assortment structure

Ukupno je na 120 primjernih stabala izrađeno 364 komada tehničke oblovine i to: 50 trupaca F razreda kakvoće, 78 pilanskih trupaca I. razreda kakvoće, 200 pilanskih trupaca II. razreda kakvoće i 36 komada tanke oblovine.

Duljine furnirskih trupaca kretale su se u rasponu od 2,02 m do 5,07 m sa srednjom vrijednošću  $3,09 \pm 0,80$  m. Srednji promjeri trupaca izmjereni su u rasponu od 37,5 cm do 74,3 cm sa srednjom vrijednošću  $52,08 \pm 9,7$  cm. Obujam trupaca kreće se u rasponu od  $0,20 \text{ m}^3$  do  $1,41 \text{ m}^3$  sa srednjom vrijednošću  $0,61 \pm 0,32 \text{ m}^3$ . Pilanskim trupcima I. razreda kakvoće duljine izmjerene su u rasponu od 2,00 m do 5,99 m sa srednjom vrijednošću  $2,95 \pm 0,83$  m. Promjeri su izmjereni u rasponu od 27,2 cm do 63,1 cm sa srednjom vrijednošću  $42,0 \pm 10,4$  cm. Obujam se prema normi nalazi u rasponu od  $0,11 \text{ m}^3$  do  $1,20 \text{ m}^3$  sa srednjom vrijednošću  $0,37 \pm 0,22 \text{ m}^3$ . Kod pilanskih trupaca II. razreda kakvoće duljine su izmjerene u rasponu od 2,00 m do 5,46 m sa srednjom vrijednošću  $2,92 \pm 0,75$  m. Promjeri se kreću u rasponu od 22,3 cm do 60,7 cm sa srednjom vrijednošću  $32,1 \pm 8,8$  cm. Obujam je prema normi u rasponu od  $0,06 \text{ m}^3$  do  $0,87 \text{ m}^3$  sa srednjom vrijednošću  $0,22 \pm 0,16 \text{ m}^3$ . Kod drv-

**Tablica 4.** Sortimentna struktura krupnog drva divlje trešnje

Table 4. Assortment structure of wild cherry wood volume

Debljinski stupanj Diameter class	F – Veneer logs	PT1 – Saw logs 1st class	PT2 – Saw logs 2nd class	TO – Thin roundwood	PD – Firewood and Pulpwood	Otpad – Waste	Ukupno – Total
cm		Obujam % – Volume, %					
12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	88,76	11,24	100,00
17,5	0,00	0,00	0,00	17,44	67,44	15,12	100,00
22,5	0,00	0,00	17,43	15,90	47,71	18,96	100,00
27,5	0,00	15,34	26,14	3,79	35,61	19,12	100,00
32,5	0,00	19,89	26,89	1,56	34,78	16,89	100,00
37,5	9,29	14,25	21,06	1,51	37,85	16,04	100,00
42,5	12,32	13,88	21,85	0,89	34,95	16,11	100,00
47,5	15,01	13,63	20,25	0,38	34,84	15,89	100,00
52,5	15,39	12,39	22,20	0,20	33,29	16,53	100,00
57,5	15,97	14,65	19,29	0,24	31,84	18,02	100,00
62,5	16,02	13,02	17,30	0,00	38,38	15,27	100,00
67,5	19,50	15,15	21,06	0,00	27,01	17,28	100,00
72,5	18,14	12,04	17,49	0,00	34,69	17,63	100,00

nog sortimenta tanka oblovina duljine nalaze se u rasponu od 2,00 m do 4,24 m sa srednjom vrijednošću  $2,76 \pm 0,64$  m. Srednji promjeri su izmjereni od 17,2 cm do 21,9 cm sa srednjom vrijednošću  $19,3 \pm 1,2$  cm. Obujam se prema normi kreće u rasponu od  $0,04 \text{ m}^3$  do  $0,09 \text{ m}^3$  sa srednjom vrijednošću  $0,06 \pm 0,02 \text{ m}^3$ .

U tablici 4 prikazana je sortimentna struktura krupnoga drva po debljinskim stupnjevima, a na slici 7 prikazan je sumarni udio tehničke oblovine, udio prostornog drva i udio otpada te sitna granjevina. Udio trupaca za furnir kreće se od 9,29 % (37,5 cm) do najviše 19,50 % u debljinskem stupnju 67,5 cm, a prosječno je 15,21 %. U zadnjem se debljinskom stupnju (72,5 cm) smanjuje udio na 18,14 %. Pilanski trupci prvog razreda kakvoće kreću se u rasponu od 12,04 % (72,5 cm) do 19,89 % (32,5 cm), a pro-

sječno su zastupljeni sa 14,42 %. Pilanski trupci drugog razreda kakvoće kreću se u rasponu od 17,30 % (62,5 cm) do 26,89 % (32,5 cm) i prosječno su zastupljeni sa 21,00 %. Drvni sortiment tanke oblovine očekivano je najviše zastupljen u debljinskom stupnju 17,5 cm sa 17,44 % te odmah u sljedećem sa 15,90 %, dok je u višim debljinskim stupnjima značajno manje. Udio prostornog drva očekivano je najveći u prvom debljinskom stupnju sa 88,76 % (12,5 cm) te u sljedeća dva sa 67,44 % i 47,71 %, a najmanji je u debljinskom stupnju 67,5 cm sa 27,01 %. Prosječni udio prostornoga drva iznosi 42,09 %. Otpad se u ukupnoj strukturi krupnog drva kreće od 11,24 (12,5 cm) do 19,12 % (27,5 cm), a prosječno je zastupljen sa 16,47 % (tablica 4).

Prema rezultatima istraživanja i prikaza ukupne nadzemne biomase divlje trešnje (slika 7) tehnička oblovina je zastu-

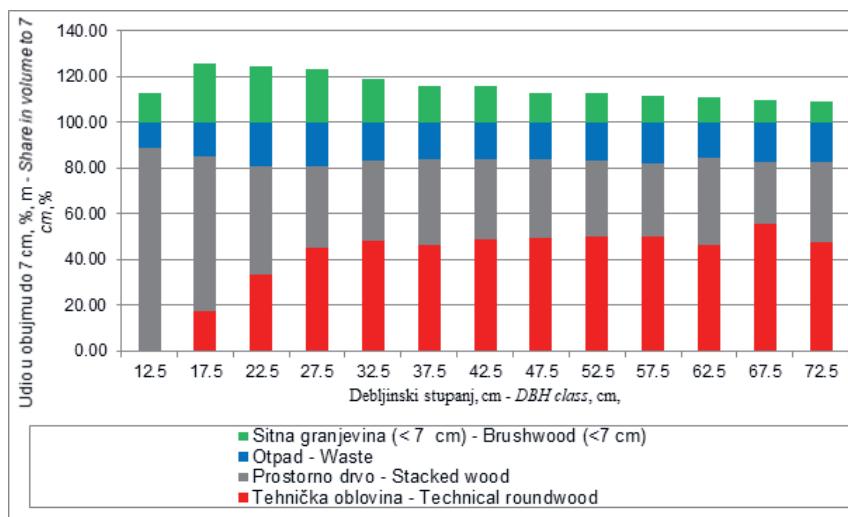
**Slika 7.** Udjeli drvnih sortimenata i sitne granjevine u obujmu ukupne nadzemne biomase stabala divlje trešnje

Figure 7 Share of timber assortments and branches in total volume of above-ground wild cherry tree biomass

pljena sa 17,44 % u drugom debljinskom stupnju, zatim sa 33,33 % u trećem debljinskom stupnju, a najviše je zastupljena sa 55,71 % u debljinskom stupnju 67,5 cm. Prostorno drvo je u bruto obujmu stabla očekivano najzastupljenije u prva tri debljinska stupnja i iznosi 88,76 % (12,5 cm), 67,44 % (17,5 cm) i 47,41 % (22,5 cm), a najmanje je zastupljeno u debljinskom stupnju 67,5 cm sa 27,01 %.

Sitna granjevina tanja od 7 cm prikazana je kao sastavni dio ukupnog nadzemnog obujma stabala. Uvođenjem novih tehnologija pridobivanja drva, koje uključuju iskorištenje cjelokupne biomase stabala, otvaraju se mogućnosti znatnog povećanja količine proizvodnje iz propisanog etata divlje trešnje. Tako se uključivanjem sitne granjevine u ukupni potencijal drvog obujma povećava količina proizvoda. Nadalje se novim tehnologijama smanjuje i udio otpada, a time se dodatno povećava veće iskorištenje obujma stabala. Sitna granjevina je značajno zastupljena u debljinskom stupnju 17,5 cm i iznosi 25,5 %, a najmanje u debljinskom stupnju 72,5 cm sa 9,1 %, odnosno prosječno iznosi 15,6 % na bruto obujam stabala.

## 4. ZAKLJUČAK CONCLUSION

Precizna i točna informacija o ukupnom drvnom obujmu stabla je ulazni podatak od izrazitog značenja u planiranju i iskorištenju pri sjeći stabala i izradi drvnih sortimenata. Različiti izvori i metode izračuna obujma stabala koristili su se prije više desetaka godina i gdjekad rezultiraju značajnim razlikama, kao što je to slučaj kod divlje trešnje.

Utvrđivanje količina nadzemne biomase promjera manjeg od 7 cm posebno je značajno, jer pri tradicionalnom pridobivanju drva ovaj dio šumskog ostatka najčešće ostaje neiskorišten, a prilikom proizvodnje drvne sječke predstavlja iskoristiv potencijal prihoda naših šuma. Ovaj model može predstavljati podlogu za daljnja istraživanja u cilju poboljšanja planiranja procesa proizvodnje te naknadne analize izvršenih sječa.

Utvrđeno je kako gustoća drva grana ovisi o debljini, odnosno promjeru grana. Gustoća slijedi zakonitost tanjih grana – veća gustoća. Utvrđeno je i kako tanje grane sadrže veći udio vode od debljih.

Potvrđeno je kako s povećanjem promjera oblovine postotak dvostrukе debljine i obujma kore opada. Izjednačene vrijednosti dvostrukе debljine kore su manje za sve istraživane promjere oblovine u odnosu na propisane odbitke kore.

Usporedbom udjela sortimenata tehničke oblovine dobivenih istraživanjem i sortimentne tablice koju koriste „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb, utvrđeno je kako su udjeli furnirske trupace i pilanskih trupaca II. razreda kakvoće značajno veći od udjela u sortimentnim tablicama u praktičnoj primjeni, dok je udio pilanskih trupaca I. razreda kakvoće značajno manji.

## 5. LITERATURA

### REFERENCES

- Anon., 1995: Hrvatske norme proizvoda iskorištavanja šuma. II izdanje, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb.
- Arač, K., Kranjec Orlović, J., Diminić, D., 2021: Effect of Fungus *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst.on Occurrence and Development of False Heartwood and Rot in *Fagus sylvatica* L. Round Wood. Croatian Journal of Forest Engineering 42(3): 529–542.
- Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske od 2016. do 2025. Zagreb 2016. Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, str. 1-859.
- Bogdan, S., Kajba, D., Katičić, I., 2006: Producija biomase u klon-skim testovima stablastih vrba na marginalnim staništima u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 5, Zagreb, 261-275.
- Božić, M., Čavlović, J., Vedriš, M., Jazbec, M., 2007: Modeliranje debljine kore stabala obične jеле (*Abies alba* Mill.). Šumarski list 131 (1-2): 3-12.
- Đuka, A., Sertić, M., Pentek, T., Papa, I., Janeš, D., Poršinsky, T., 2020: Round Wood Waste and Losses – Is Rationalisation in Scaling Possible?. Croatian Journal of Forest Engineering 41(2): 287–298.
- Emrović, B., 1960: Dvoulazne tablice drvnih masa za jelu u Gorskem kotaru. Šumarski list 11–12: 345–356.
- Komlenović, N., Krstinić, A., Kajba, D., 1996: Mogućnosti proizvodnje biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama u Hrvatskoj. Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Znanstvena knjiga, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, 9-21.
- Krpan, A. P. B., 1986: Kora bukve s aspekta eksplotacije šuma. Zbornik radova „Kolokvij o bukvici“ Velika, 22.-24. 11. 1984., Šumarski fakultet Zagreb, 77-88.
- Krpan, A. P. B., Prka, M., Zečić, Ž., 2006: Pojava i značajke neprave srži u bukovim prorednim i oplodnim sjećama gospodarske jedinice „Bjelovarska bilogora“. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 5, Zagreb, 529-542.
- Krpan A., Poršinsky T., Zečić Ž., Stankić, I., 2011: Uporabne značajke šumskih kultura alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.), Utilisation characteristics of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) forest cultures. Zagreb, Monografija, Šume hrvatskog sredozemlja, str. 670-678. Slavko Matić (ur.).
- Lukić, N., Kružić, T., 1996: Procjena biomase obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u panonskom dijelu Hrvatske. Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Znanstvena knjiga, Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, 131-136.
- Marenč, J., Šega, B., Gornik Bučar, D., 2020: Monitoring the Quality and Quantity of Beechwood from Tree to Sawmill Product. Croatian Journal of Forest Engineering 41(1): 119–128.
- Pavelić, D., 2006: Šumsko-uzgojna svojstva divlje trešnje (*Prunus avium* L.) s posebnim naglaskom na proizvodnju sjemena i sadnica. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-85.
- Perić, S., 2001: Prvi rezultati o produkciji drvne mase u pokusu provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama, Znanstvena knjiga, Šumarski fakultet & Šumarski institut & Hrvatske šume, Zagreb, 223-232.
- Perković, Ž., 2010: Kakvoća bukovih stabala i sortimenata u prebornim šumama Gorskog kotara. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-84.

- Poršinsky, T., Vujeva J., 2007: Gubici obujma izrađene smrekove oblovine zbog propisanog načina izmjere. Nova mehanizacija šumarstva. Vol. 28: 37-47.
- Poršinsky, T., Petreković, V., Đuka, A., 2020. Debljina kore divlje trešnje pri preuzimanju drva. Šumarski list 144(1-2): 7–14.
- Posarić, D., 2008: Obnova spačvanskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) oplodnim sjećama – mogućnosti poboljšanja postojećeg načina rada. Šumarski list 132 (1-2): 53-63.
- Pranjić, A., Lukić, N., 1997: Izmjera šuma. Učbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-405.
- Prka, M., Krpan, A. P. B., 2007: Problem određivanja sortimentne strukture jednodobnih bukovih sastojina. Šumarski list 131 (5-6): 219-235.
- Prka, M., Zečić, Ž., Krpan A. P. B., Vusić, D.: 2009: Characteristics and share of beech false heartwood in felling sites of Central Croatia (Značaj i udio neprave srži bukve u brdskim sječinama središnje Hrvatske). Croatian Journal of Forest Engineering 30(1): 37-49.
- Prka, M., Poršinsky, T., 2009: Sporedba strukture tehničke oblovine jednodobnih bukovih sjećina u sortimentnim tablicama izrađenim primjenom normi HRN (1995) i HRN EN 1316-1: 1999. Šumarski list 131(1-2): 15-25.
- Štefančić, A., 1997: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za hrast lužnjak, hrast kitnjak i poljski jasen – suši tip. Šumarski list 121 (9-10): 479-497.
- Štefančić, A., 1998: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. Šumarski list 122 (7-8): 329-337.
- Šušnjar, M., 2001: Neke značajke kakvoće stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) u gospodarskoj jedinici „Belevina“ nastavno-pokusnog šumskog objekta Zalesina. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-157.
- Tikvić, I., Zečić, Ž., Ugarković, D., Posarić, D., 2009.: Oštećenost stabala i kakvoća drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na spačvanskom području (Damage of forest trees and quality of timber assortments of pedunculate oak on spačva area). Šumarski list 133 (5/6): 237 – 248.
- Vučetić, D., 1999: Prilog poznavanju sortimentne strukture hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u EGT-u II-G-10. Radovi 34 (2), Šumarski institut Jastrebarsko, 5-20.
- Vusić, D., D. Kajba, I. Andrić, I. Gavran, T. Tomić, I. Plišo Vusić, Ž. Zečić, 2019: Biomass Yield and Fuel Properties of Different Poplar SRC Clones. Croatian Journal of Forest Engineering 40(2): 231–238.
- Zečić, Ž., Stankić, I., Vusić, D., Bosner, A., Jakšić, D., 2009: Iskorištenje obujma i vrijednost drvnih sortimentna posušenih stabala jele obične (*Abies alba* Mill.) (Volume utilization and value of timber assortments of dried silver fir (*Abies alba* Mill.) trees). Šumarski list 133 (1/2): 27 – 37.
- Zečić, Ž., Vusić, D., Štimac, Z., Čvekan, M., Šimić, A., 2011: Biomasa nadzemnog dijela stabla obične jele, europskog ariša i crnog bora (Aboveground biomass of silver fir, European larch and black pine). Croatian Journal of Forest Engineering 32 Issue 1, Zagreb, pp. 369 – 377.
- Zečić, Ž., Vusić, D., Franjić, B., 2012.: Biomass potential of common beech (*Fagus sylvatica* L.) in management unit Zapadni Papuk Zvečevački (Potencijal biomase obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u gospodarskoj jedinici Zapadni Papuk Zvečevački). Polytechnic of Požega, Proceedings, pp 1139-1147.
- Zečić, Ž., Vusić, D., 2013.: Proizvodni potencijal biomase crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u šumskim kulturama (Biomass production potential of the black pine (*Pinus nigra* Arn.) in forest cultures). HAZU, Znanstveni skup, Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Evropske unije, Zbornik radova, str. 161-174.
- Zelić, J., 2004: Preliminarne sortimentne tablice za hrast sladun (*Quercus frainetto* Ten.). Šumarski list 128 (7-8): 431-443.

## SUMMARY

The paper presents the structure of the total above-ground biomass of wild cherry (*Prunus avium* L.) trees in the area of the Spačva basin in the Vinkovci Forest Administration. The research was performed on 120 samples of wild cherry trees with a diameter at breast height (DBH) ranging from 10 to 72 cm and tree height ranging from 10.8 to 34.4 m. Timber assortments were processed according to the Croatian Standards for Forest Exploitation Products from 1995.

The assortment structure of sample wild cherry trees shows significant deviations in relation to the assortment structure tables used by the company "Croatian Forests" Ltd. Zagreb. The share of veneer logs ranges from 9.29% (37.5 cm) to a maximum of 19.50% in the diameter class of 67.5 cm. Sawmill logs of the first quality class range from 12.04% (72.5 cm) to 19.89% (32.5 cm), and of the second quality class from 17.30% (62.5 cm) to 26.89% (32.5 cm). Thin roundwood assortment is represented in the diameter class of 17.5 cm with 17.44% and immediately in the next with 15.90%, while in the higher diameter classes it is significantly less represented. The share of stacked wood (firewood and pulpwood) is the highest in the first diameter class, 88.76% (12.5 cm) and in the next two with 67.44% and 47.71%, and is the lowest in the diameter class 67.5 cm with share of 27.01%. The average share of stacked wood is 42.09%. Waste in the total structure ranges from 11.24 (12.5 cm) to 19.12% (27.5 cm), and is on average 16.47%. Double bark thickness ranges from 0.53 cm to 3.37 cm, with an average of  $1.66 \pm 0.57$  cm, and the percentage of bark share ranges from 4.77% to 16.46%, with a mean value of  $9.02 \pm 2.01\%$ .

The parameters of the Schumacher-Hall equation, wood density, moisture content, branch volume (diameter  $< 7$  cm) and the structure of total aboveground biomass were also determined.

**KEY WORDS:** wood volume, wood assortments, bark thickness, wood waste

# VARIJABILNOST HRASTA LUŽNJAKA (*QUERCUS ROBUR* L.) U BOSANSKOHERCEGOVAČKOM TESTU PROVENIJENCIJA: KORELACIJE IZMEĐU SVOJSTAVA RASTA I MORFOLOGIJE LISTA

## VARIABILITY OF PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) IN BOSNIAN-HERZEGOVINIAN PROVENANCE TEST: CORRELATIONS BETWEEN GROWTH AND LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS

Dalibor BALLIAN<sup>1,2</sup>, Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ<sup>1</sup>

### SAŽETAK

U testu provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Bosni i Hercegovini koji je osnovan 2009. godine istraživana je varijabilnost visina biljaka i promjera vrata korijena na biljkama iz 27 provenijencija. Osim toga, analizirane su i korelacije između visina stabala i promjera vrata korijena s morfološkim svojstvima listova iz prirodnih populacija. Sjeme za osnivanje testova provenijencija, kao i listovi koji su korišteni u morfometrijskoj analizi, sakupljeni su u istim populacijama. Provedenim istraživanjima utvrđene su statistički značajne razlike za svojstvo visine i promjera vrata korijena. Varijabilnost je potvrđena i Duncan-ovim testom, i to na način da su biljke s obzirom na svojstvo visine grupirane u 11 skupina te s obzirom na svojstvo promjer vrata korijena u četiri skupine. Klasterskom analizom nije utvrđeno grupiranje populacija s obzirom na geografske i ekološke udaljenosti populacija. Korelacijskom analizom potvrđena je statistički značajna povezanost između visine biljaka i promjera vrata korijena te između morfoloških svojstava listova i visine biljaka i promjera vrata korijena. Dobiveni rezultati upućuju na to da se na temelju određenih morfoloških svojstava može provoditi selekcija provenijencija u mlađim fazama razvoja.

**KLJUČNE RIJEČI:** provenijencije, hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), visina biljke, promjer vrata korijena, morfometrijska analiza

### UVOD INTRODUCTION

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) predstavlja jednu od najcjenjenijih europskih listopadnih vrsta drveća (Eaton i sur. 2016). Kako je vrsta s velikim područjem prirodne rasprostranjenosti, od sjeverne Afrike i Portugala na zapadu do Urala na istoku, te od Turske na jugu do središnje Švedske na sjeveru, a raste u izrazito kontrastnim ekološkim uvjetima, odlikuje ju velika varijabilnost (Eaton i

sur. 2016). Drvo hrasta lužnjaka se koristi u građevinarstvu, vinarstvu, brodogradnji i proizvodnji namještaja. Ranije su se koristili neki dijelovi, kao na primjer kora u industriji za proizvodnju tanina, a žir kao stočna hrana. Hrast lužnjak se također cjeni kao vrsta koja pokazuje dobru otpornost na sušu (Matthias i sur. 2011).

U Bosni i Hercegovini je relativno malo lužnjakovih šuma, oko 30.000 ha (Klepac 1988), a to su ostaci nekada velikih šumskih površina koje su kroz povijest velikim sječama ne-

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, Šumarski fakultet Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, balliandalibor9@gmail.com  
<sup>2</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

stale ili degradirane (Ballian i Memišević Hodžić 2016). Danas se planira ponovno podizanje lužnjakovih šuma na tim područjima.

Kako bi se mogla provesti uspješna reintrodukcija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini bilo je potrebno utvrditi varijabilnost populacija. Dosadašnja istraživanja morfoloških svojstava lista hrasta lužnjaka ukazala su na statistički značajne razlike između istraživanih populacija te između stabala unutar tih populacija (Bašić i sur. 2007, Memišević 2010; Ballian i sur. 2010, 2015, 2017). Slična istraživanja provedena su i u susjednim zemljama (Franjić 1994, 1996, Franjić i sur. 2000; Batos i sur. 2017). Također je na području Bosne i Hercegovine provedena i molekularna analiza u kojoj su korišteni mikrosatelitni biljezi (Ballian i sur. 2010).

Kada su u pitanju istraživanja morfoloških svojstava u testovima provenijencija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini, ona se provode već dugi niz godina. Dobiveni rezultati ukazuju na postojanje značajne varijabilnosti (Ballian i sur. 2011; Memišević Hodžić 2015; Memišević Hodžić i Ballian

2016, 2019, 2020; Memišević Hodžić i sur. 2016, 2019). Također i u susjednoj Hrvatskoj se provode slična istraživanja više desetljeća, a dobiveni rezultati su pokazali prisutnost značajnih razlika između provenijencija hrasta lužnjaka (Gračan 1995; Roth 2003, 2006; Popović i sur. 2014).

Ipak mali je broj publikacija u kojima se analizira ovisnost pojedinih svojstava u testovima provenijencija (Ackerly i sur. 1998), osim onih u kojima se analiziraju visine i promjeri biljaka. Kako su u pitanju složena i dugotrajna istraživanja, korelacija između morfoloških svojstava lista i svojstava rasta biljaka u testovima provenijencija, gotovo i nema. Ipak na ovaj način bi odmah prilikom sakupljanja sjemena mogli imati dovoljno saznanja koje su provenijencije perspektivne, jer bi imale dobar visinski i debljinski priраст.

Ciljevi ovog istraživanja bili su: (A): utvrditi postoje li statistički značajne razlike u mjerjenim morfološkim svojstvima visina i promjera vrata korijena između 27 provenijencija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini; i (B) utvrditi postoje li statistički značajne korelacije između morfoloških svojstava listova hrasta lužnjaka iz prirodnih populacija u kojima je sakupljeno sjeme za osnivanje testa provenijencija i visina i promjera vrata korijena tih istih provenijencija.

**Tablica 1.** Popis istraživanih populacija/provenijencija.

Table 1. List of investigated populations/ provenances.

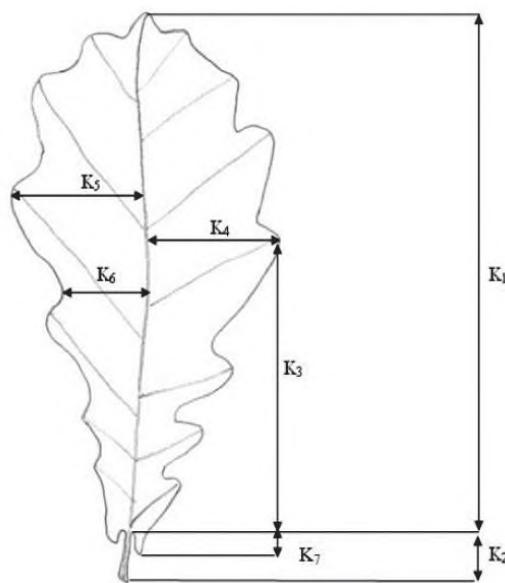
R. br. No	Populacije/Provenijencije Populations/Provenances	Sjeverna geografska širina (WGS84) Latitude	Istočna geografska dužina (WGS84) Longitude	Nadmorska visina Altitude (m)
1	Bijeljina	44° 43' 50"	19° 13' 30"	93
2	Bosanska Dubica	45° 06' 24"	16° 40' 32"	145
3	Bosanska Gradiška	45° 07' 04"	17° 19' 03"	91
4	Bosanski Brod	45° 05' 30"	18° 03' 00"	84
5	Bosansko Grahovo	44° 01' 05"	16° 38' 24"	703
6	Bugojno	44° 06' 00"	17° 26' 31"	537
7	Drvar	44° 23' 39"	16° 21' 54"	462
8	Hrgovi Srebrenik	44° 49' 06"	18° 34' 11"	133
9	Jelah	44° 39' 09"	17° 56' 46"	181
10	Kačuni	44° 03' 59"	17° 56' 13"	443
11	Kiseljak	43° 56' 30"	18° 04' 56"	477
12	Ključ	44° 30' 56"	16° 48' 42"	260
13	Knežina	44° 01' 40"	18° 44' 53"	759
14	Kotor Varoš	44° 39' 07"	17° 21' 35"	252
15	Lukavica	43° 49' 26"	18° 21' 58"	552
16	Miljevina Foča	43° 31' 06"	18° 38' 56"	627
17	Mrkonjić Grad	44° 27' 04"	16° 58' 42"	753
18	Mutnica Cazin	44° 58' 55"	15° 50' 54"	270
19	Nević Polje	44° 11' 46"	17° 42' 11"	476
20	Novi Šeher	44° 30' 09"	18° 02' 02"	230
21	Olov	44° 07' 44"	18° 36' 11"	542
22	Sokolac	43° 55' 17"	18° 48' 53"	866
23	Stojčevac Ilič	43° 48' 40"	18° 17' 25"	506
24	Vinac	44° 15' 48"	17° 17' 08"	408
25	Visoko Muhašinovići	44° 00' 38"	18° 08' 45"	413
26	Žepče	44° 25' 35"	18° 03' 10"	224
27	Žvinice	44° 27' 58"	18° 41' 09"	216

## MATERIJAL I METODE

### MATERIAL AND METHODS

U ovom istraživanju korištena su mjerenja morfoloških svojstava listova hrasta lužnjaka iz 27 populacija u Bosni i Hercegovini (Memišević 2010; Ballian i sur. 2010, 2015, 2017), te mjerena visina i promjera vrata korijena hrasta lužnjaka starosti 11 godina u testu provenijencija Žepče. Test provenijencija hrasta lužnjaka podignut je sjemenskim materijalom prikupljenim u populacijama obuhvaćenim istraživanjem morfologije lista, a podrijetlom je iz različitih ekološko-vegetacijskih područja u Bosni i Hercegovini (Stefanović i sur. 1983). Pregled populacija iz kojih je prikupljen materijal za morfometrijsku analizu lista i sjeme za osnivanje pokusa provenijencija prikazan je u tablici 1.

Materijal za morfometrijsku analizu sakupljen je u ljeto i jesen 2007. i 2008. godine (sredina srpnja do početka listopada). Lisni materijal i sjeme skupljani su s adultnih stabala na osami ili stabala na rubovima šuma, jer se u ranijim istraživanjima pokazalo da je ovaj materijal najreprezentativniji za morfometrijske analize (Trinajstić 1988; Franjić 1994, Franjić 1996; Franjić i sur. 2000). Prilikom sakupljanja materijala rađena je primarna selekcija i nastojalo se da listovi budu ujednačeni te da imaju izražena svojstva koja će se analizirati. Osim toga bilo je važno sakupiti listove s određenog tipa izbojka, jer je prijašnjim istraživanjima utvrđeno međusobno razlikovanje listova unutar istog stabla prema položaju na biljci (listovi svjetla, listovi sjene) te prema tipu izbojka na kojemu se razvijaju (kratki ili dugi, fertilni ili sterilni) (Trinajstić i Franjić 1991; Bruschi i sur.



**Slika 1.** Mjerena svojstva lista.

Figure 1. Measured leaf traits.

2003; Poljak i sur. 2014). U ovom istraživanju korišteni su listovi kratkih fertilnih izbojaka osunčanog dijela krošnje (Zebec i sur. 2015; Poljak i sur. 2018). Unutar svake populacije sakupljeni su listovi sa po deset stabala, a sa svakoga stabla sakupljeno je po deset u potpunosti razvijenih listova (Kremer i sur. 2007). Nakon što je lisni materijal herbariziran pristupilo se njegovoj izmjeri. Mjerena su sljedeća svojstva listova (Franjić 1996; Bašić i sur. 2007): K1 – dužina plojke lista u mm; K2 – dužina peteljke lista u mm; K3 – udaljenost osnove plojke od njenog najšireg dijela s desne strane u mm; K4 – širina desne poluplojke na visini iz K3;

K5 – (najveća) širina lijeve poluplojke u mm; K6 – urezanost lista od središnje žile u mm; K7 – urezanost baze plojke.

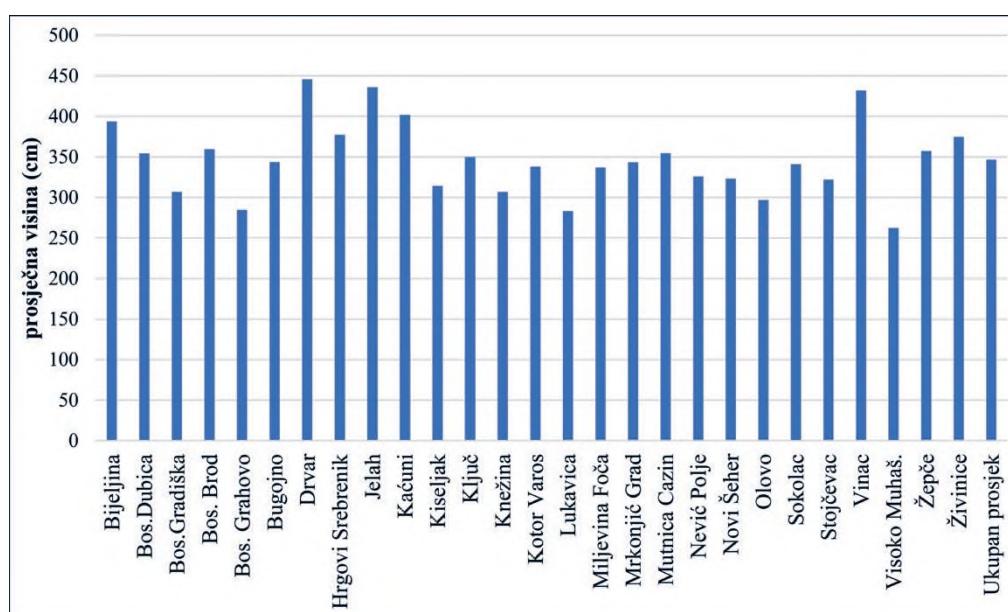
Drugi dio istraživanja odnosio se na mjerjenje biljaka hrasta lužnjaka u testu provenijencija Žepče u proljeće 2020. godine. Tada su mjerene visine biljaka i promjeri vrata korijena. Sjeme za podizanje pokusa provenijencija sakupljeno je u jesen 2007. godine u populacijama u kojim je sakupljen i lisni materijal za morfometrijsku analizu. Test je osnovan u proljeće 2009. godine, sadnjom na klasičan način u rupe dubine 30 cm, s razmakom sadnje od  $2 \times 2$  m. Sadnice su bile stare 1+0. Zasađene su sadnice iz 28 provenijencija, od kojih u ovom istraživanju koristimo podatke za samo 27 provenijencija (tablica 1). Sadnja je izvršena prema shemi slučajnog rasporeda u tri bloka. Detalji oko podizanja pokusa prikazani su u ranije objavljenim publikacijama (Memišević Hodžić 2015; Memišević Hodžić i Ballian 2016, 2019, 2020).

Podaci su obrađeni u statističkom programu SPSS 26.0. Korištene su sljedeće statističke metode: deskriptivna analiza, analiza varijance, multipli Duncan-ov test i klasterska analiza. Klasterska analiza provedena je *Average Linkage* metodom pri čemu je korištena Euklidска udaljenost. Pearsonov koeficijent korelaciјe korišten je za utvrđivanje povezanosti između morfoloških svojstava lista te visine i promjera vrata korijena.

## REZULTATI

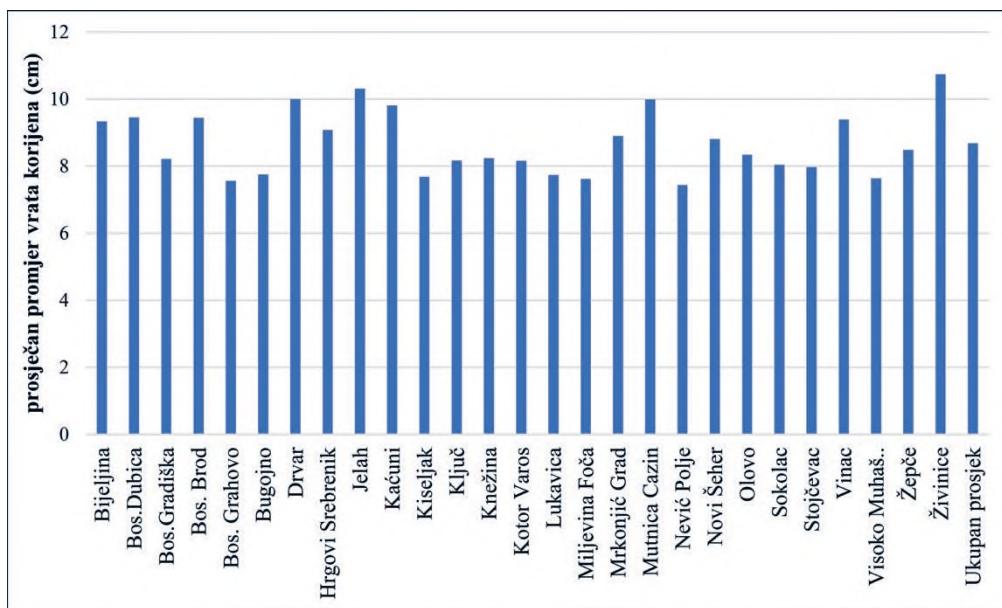
### RESULTS

Na slikama 2 i 3 prikazane su prosječne vrijednosti visina biljaka i promjera vrata korijena po provenijencijama. Najveća prosječna vrijednost visine biljaka zabilježena je u pro-



**Slika 2.** Prosječne vrijednosti visina biljaka (cm) po provenijencijama.

Figure 2. Average values of plant height (cm) per provenances.



**Slika 3.** Prosječne vrijednosti promjera vrata korijena (cm) po provenijencijama.

Figure 3. Average values of root collar diameter (cm) per provenances.

venijencije Drvar, a najmanja u provenijencije Visoko Muhašinovići. Najveću prosječnu vrijednost promjera vrata korijena imala je provenijencija Živinice, a najmanju Bosansko Grahovo. Iz grafičkih prikaza jasno je vidljivo da se provenijencije razlikuju, što je potvrđeno i analizom varijance (tablica 2).

Duncanovim testom za svojstvo visine biljaka utvrđeno je da se istraživane provenijencije hrasta lužnjaka iz Bosne i Hercegovine grupiraju u 11 skupina koje se međusobno preklapaju (tablica 3). Skupinu s najnižim vrijednostima visine čine provenijencije Visoko Muhašinovići, Lukavica, Bosansko Grahovo i Olovo. Sve provenijencije osim Bosanskog Grahova dolaze u skupinu malih provenijencija s pojedinačnim stablima. Skupinu s najvišim vrijednostima visine čine provenijencije Vinac, Jelah i Drvar, od kojih provenijencija Jelah predstavlja veliku i dobro razvijenu populaciju.

Duncanovim testom za svojstvo promjera vrata korijena utvrđeno je da se provenijencije grupiraju u četiri skupine

koje se međusobno u velikoj mjeri preklapaju (tablica 4). Skupina sa najnižim vrijednostima predstavljena je sa sedam provenijencija (Nević polje, Bosansko Grahovo, Miljevina Foča, Visoko Muhašinovići, Kiseljak, Lukavica i Bugojno) koje se ne preklapaju ni sa jednom drugom skupinom, te još 15 provenijencija koje se preklapaju sa skupinama 2, 3 i 4. Zanimljivo je za istaći da je svih sedam provenijencija iz prve skupine podrijetlom iz malih populacija s pojedinačnim stablima. Kada je u pitanju četvrta skupina, u njoj se vrijednosti samo jedne populacije (Živinice) ne preklapaju s vrijednostima iz drugih skupina.

Provedena klasterska analiza (slika 4) pokazala je dvije veće skupine provenijencija. Prva skupina ima četiri podskupine. Prva podskupina obuhvaća provenijencije Bosanska Gradiška, Knežina, Kiseljak i Olovo. Druga podskupina obuhvaća Novi Šeher, Stojčevac i Nević Polje. Treća podskupina obuhvaća Kotor Varoš, Miljevinu, Bugojno, Mrkonjić Grad, Zavidoviće, Sokolac, Bosansku Dubicu,

**Tablica 2.** Analiza varijance za svojstva visine biljaka i promjera vrata korijena.

Table 2. Analysis of variance for the trait of plant height and root collar diameter.

Svojstvo Trait	Izvor varijabilnosti Source of variability	Suma kvadrata Sum of Squares	df	Sredina kvadrata Mean Square	F	Sig.
Visina <i>Height</i> (cm)	Između grupe <i>Between Groups</i>	4092940.016	26	157418.421	11.434	0.000
	Unutar grupe <i>Within Groups</i>	28301149.430	1990	13767.231		
	Ukupno/ <i>Total</i>	32394089.446	2016			
Promjer vrata korijena <i>Root collar diameter</i> (cm)	Između grupe <i>Between Groups</i>	1840.958	26	67.724	2.727	0.000
	Unutar grupe <i>Within Groups</i>	50122.807	1990	24.835		
	Ukupno/ <i>Total</i>	51963.764	2016			

**Tablica 3.** Skupine provenijencija prema Duncan testu za svojstvo visine biljaka.

Table 3. Grouping of provenances according to Duncan's test for the trait of plant height.

Provenijencija Provenance	N	Subset for alpha = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Visoko Muhašinovići	82	262.3										
Lukavica	57	283.2	283.2									
Bos. Grahovo	77	284.9	284.9									
Olovo	85	297.1	297.1	297.1								
Bos. Gradiška	89		306.8	306.8	306.8							
Knežina	81		307.0	307.0	307.0							
Kiseljak	96		314.6	314.6	314.6	314.6						
Stojčevac	40		322.1	322.1	322.1	322.1	322.1					
Novi Šeher	65		323.5	323.5	323.5	323.5	323.5					
Nević Polje	58		326.2	326.2	326.2	326.2	326.2					
Miljevina Foča	66			336.7	336.7	336.7	336.7	336.7				
Kotor Varoš	89				338.1	338.1	338.1	338.1				
Sokolac	78					341.0	341.0	341.0	341.0			
Mrkonjić Grad	73						343.5	343.5	343.5			
Bugojno	80						343.8	343.8	343.8			
Ključ	59						349.9	349.9	349.9	349.9		
Bos. Dubica	97							354.2	354.2	354.2		
Nević Polje	46							354.7	354.7	354.7		
Žepče	94							357.4	357.4	357.4		
Bos. Brod	65							359.6	359.6	359.6	359.6	
Živinice	82								374.9	374.9	374.9	
Hrgovi Srebrenik	90								377.4	377.4	377.4	
Bijeljina	85									393.7	393.7	393.7
Kaćuni	76										402.1	402.1
Vinac	57										432.0	432.0
Jelah	99											436.0
Drvar	51											445.8
Sig.		0.109	0.066	0.062	0.072	0.063	0.092	0.058	0.054	0.066	0.104	0.513

Mutnicu Cazin, Bosanski Brod, Žepče i Ključ, a četvrta Bosansko Grahovo, Lukavicu i Visoko Muhašinovići. Druga je skupina sastavljena od tri podskupine, od kojih prva uključuje provenijencije Jelah, Vinac i Drvar, a druga Hrgove Srebrenik, Živinice i Bijeljinu te treća provenijenciju Kaćuni.

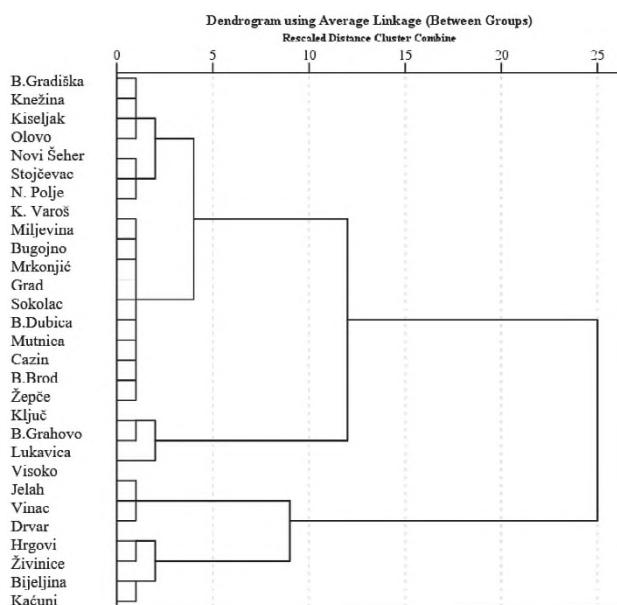
**Slika 4.** Dendrogram za svojstva visine i promjera vrata korijena.

Figure 4. Dendrogram for the traits of height and root collar diameter.

**Tablica 4.** Skupine provenijencija prema Duncanovom testu za svojstvo promjera vrata korijena.

Table 4. Grouping of provenances according to Duncan's test for the trait of root collar diameter.

Provenijencija Provenance	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Nević Polje	58	7.4			
Bos. Grahovo	77	7.6			
Miljevina Foča	66	7.6			
Visoko Muhašinovići	82	7.6			
Kiseljak	96	7.7			
Lukavica	57	7.7			
Bugojno	80	7.8			
Stojčevac	40	8.0	8.0		
Sokolac	78	8.0	8.0		
Kotor Varoš	89	8.2	8.2		
Ključ	59	8.2	8.2		
Bos. Gradiška	89	8.2	8.2		
Knežina	81	8.2	8.2		
Olovo	85	8.3	8.3	8.3	
Žepče	94	8.5	8.5	8.5	
Novi Šeher	65	8.8	8.8	8.8	8.8
Mrkonjić Grad	73	8.9	8.9	8.9	8.9
Hrgovi Srebrenik	90	9.1	9.1	9.1	9.1
Bijeljina	85	9.3	9.3	9.3	9.3
Vinac	57	9.4	9.4	9.4	9.4
Bos. Brod	65	9.4	9.4	9.4	9.4
Bos. Dubica	97	9.5	9.5	9.5	9.5
Kaćuni	76	9.8	9.8	9.8	9.8
Nević Polje	46	10.0	10.0	10.0	10.0
Drvar	51	10.0	10.0	10.0	10.0
Jelah	99			10.3	10.3
Živinice	82				10.7
Sig.		0.055	0.052	0.053	0.057

**Tablica 5.** Prosječne vrijednosti morfometrijskih svojstava lista po populacijama (Ballian i sur. 2010).

Table 5. Average values of morphometric leaf traits per populations (Ballian et al. 2010).

Populacija Population	K1 (mm)	K2 (mm)	K3 (mm)	K4 (mm)	K5 (mm)	K6 (mm)	K7 (mm)
Bijeljina	93.91	4.60	54.25	27.92	28.62	11.07	1.51
B. Dubica	81.60	5.13	48.96	25.41	24.27	10.69	0.77
B. Gradiška	86.65	4.13	54.54	26.18	25.22	11.67	0.73
B: Brod	110.37	4.04	67.57	34.56	33.97	12.05	0.71
B. Grahovo	72.14	3.55	44.54	21.08	21.18	9.08	0.98
Bugojno	73.36	3.92	44.51	22.52	22.25	8.72	1.66
Drvar	72.25	4.69	41.49	21.51	21.49	8.95	1.43
Hrgovi Srebrenik	96.96	4.34	59.40	28.11	29.45	12.02	1.74
Jelah	99.13	3.89	61.07	28.82	29.54	10.32	1.71
Kaćuni	66.56	2.70	39.37	19.91	19.51	7.34	1.88
Kiseljak	67.94	3.35	41.42	20.03	20.17	8.35	1.81
Ključ	78.94	3.24	45.70	23.48	23.14	8.19	0.72
Knežina	75.52	4.68	43.70	21.19	20.32	8.92	1.05
Kotor Varoš	80.49	4.22	47.49	24.20	23.80	10.09	1.22
Lukavica	76.13	2.92	43.86	23.89	22.87	9.04	1.02
Miljevina Foča	74.70	3.27	46.17	23.24	22.32	8.19	1.27
Mrkonjić Grad	66.97	4.20	39.71	19.57	19.60	8.91	1.32
Mutnica - Cazin	73.70	4.52	44.89	22.33	22.42	9.30	0.95
Nević polje	65.38	3.18	38.45	19.81	19.30	7.90	1.30
Novi Šeher	93.19	4.65	55.19	26.79	25.79	11.13	1.75
Olovo	70.88	3.51	42.52	21.65	21.10	9.55	1.10
Sokolac	71.86	4.60	42.30	21.26	20.98	7.87	0.88
Stočevac	71.89	4.50	42.19	21.30	21.04	8.05	1.38
Vinac	74.31	3.43	44.05	22.24	20.66	9.13	0.67
Visoko	75.50	3.98	45.79	22.43	22.66	9.18	1.03
Žepče	106.93	3.80	63.95	31.74	32.19	12.37	2.16
Živinice	102.12	5.22	61.61	30.96	31.46	13.91	0.71

Kako bi utvrdili ovisnost visine biljaka i promjera vrata korijena s morfološkim značajkama lista, koristili smo već prije objavljene rezultate (Ballian i sur. 2010). Aritmetičke sredine za istraživana morfološka svojstva lista po istraživanim populacijama prikazani su u tablici 5.

Rezultati provedene korelacijske analize prikazani su u tablici 6. Pozitivna korelacija utvrđena je između visine biljaka i promjera vrata korijena te između većine istraživanih morfoloških svojstava lista. Statistički značajna negativna korelacija utvrđena je između urezanosti osnove lisne

**Tablica 6.** Korelacije između svojstava lista i rasta provenijencija.

Table 6. Corellation among the traits of leaves in populations and growth of provenances.

Svojstvo/Trait	H	PKV	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
	Pearsonov koeficijent korelacijske/Pearson Correlation coefficient								
H – Visina <i>Height</i>									
PKV – Promjer vrata korijena <i>Root collar diameter</i>		0.475**							
K1 – dužina plojke lista <i>Leaf blade length</i>	0.082**	0.071**							
K2 – dužina peteljke lista <i>Leaf petiole length</i>	0.006	0.026	0.062**						
K3 – udaljenost najšireg dijela plojke od baze <i>Distance of the widest part of blade from base</i>	0.059*	0.085**	0.737**	0.073**					
K4 – širina desne poluplojke <i>Width of right half-blade</i>	0.087**	0.090**	0.767**	0.046*	0.558**				
K5 – širina lijeve poluplojke <i>Width of lefthalf-blade</i>	0.135**	0.086**	0.776**	0.086**	0.595**	0.599**			
K6 – urezanost lista od središnje žile <i>Incision of leaf to the central nerve</i>	0.068**	0.048*	0.353**	0.125**	0.308**	0.181**	0.491**		
K7 – urezanost baze plojke <i>Incision of leaf blade</i>	0.074**	0.024	0.078**	-0.209**	0.036	0.059**	0.060**	-0.014	

\*\*. Korelacija značajna za razinu 0,01 - Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\*. Korelacija značajna za razinu 0,05 - Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

plojke i dužine peteljke. Svojstvo visina biljaka pokazalo je statistički značajnu korelaciju sa svim morfološkim svojstvima lista, osim sa dužinom peteljke. Korelacija je na nivou značajnosti 0,01 utvrđena za sva svojstva osim za udaljenost najšireg dijela plojke od osnove plojke (sa desne strane), za koje je značajnost zabilježena na razini 0,05. Promjer vrata korijena pokazuje pozitivnu korelaciju s većinom morfoloških svojstava lista, i to na razini značajnosti 0,01 s dužinom plojke lista, udaljenošću najšireg dijela lisne plojke od osnove plojke, te širinom desne i lijeve poluplojke. Za svojstvo promjer vrata korijena i udaljenosti od središnje žile do ureza na sredini lisne plojke zabilježena je statistički značajna korelacija na razini 0,05. Dužina peteljke i ureznost osnove lisne plojke nisu bili u statistički značajnoj korelacijskoj s promjerom vrata korijena.

## RASPRAVA

### DISCUSSION

Svojstva rasta drveća uvjetovana su genetičkom strukturu i uvjetima okoliša. Testovi provenijencija široko su poznati kao posebna vrsta pokusa koja pomaže šumarskim stručnjacima shvatiti na koji način se šumsko drveće prilagođava različitim uvjetima okoliša, odnosno kakve su interakcije između provenijencija i staništa (Ballian i Kajba 2010). Provenijencija koja najbolje raste može se smatrati najbolje prilagođenom uvjetima sadnje i preporučenom za pošumljavanje na mjestima koja su slična testnom okruženju. Ipak, kako bi se ranije i lakše došlo do željenog rezultata u ovome radu smo se poslužili i korelačijskom analizom morfometrijskih svojstava lista iz prirodnih populacija i svojstvima rasta, odnosno visinom biljaka i promjerom vrata korijena iz testa provenijencija.

Kada je u pitanju visinski prirast provenijencija u ovom istraživanju smo nakon 11 godina mjerjenja i analiza, prvi puta zabilježili značajno pretjecanje provenijencija. Ranije je provenijencija Jelah, koja dolazi iz tipičnog područja gdje raste hrast lužnjak, bila provenijencija s najvećom prosječnom visinom biljaka, dok je u ovom istraživanju provenijencija s najvećom visinom biljaka provenijencija Drvar. Zanimljivo je istaći da provenijencija Drvar dolazi iz skupine malih izoliranih populacija, gdje se hrast lužnjak javlja još samo pojedinačno uz rijeku Unac. Rezultati o ovoj problematiki su poznati za neke vrste četinjača. Za uvjete Bosne i Hercegovine o pretjecanju provenijencija običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) starosti od 21 godine pišu Ballian i sur. (2009), zatim obične jele (*Abies alba* Mill.) starosti od 18 godina Halilović i sur. (2009), te europskog (*Larix decidua* Mill.) i japanskog (*L. kaempferii* (Lamb.) Carrière) ariša starosti od 30 godina Pintarić (2000). Navedeni autori smatraju kako je nekim provenijencijama potreban dugi niz godina prilagodbe.

Buras i sur. (2020) istraživali su utjecaj svojstava tla na rast i produktivnost hrasta lužnjaka. Navedeni autori istraživanja provode na deset različitih provenijencija hrasta lužnjaka iz Nizozemske koje su posadene u tri provenijencijska testa na različitim vrstama tala. Rezultati su ukazali na jasne razlike u produktivnosti između provenijencija, kao i na specifične obrasce rasta prema tipu tla. Kada se analizira podrijetlo provenijencija hrasta lužnjaka u ovom pokusu, one dolaze s različitih tipova tala, od teških do lakih brdskih. Provenijencija Jelah koja je s teškog glejnog tla, a koje je slično onome na kojem je podignut i pokus u početku je bila provenijencija s najvišim prosječnim vrijednostima za visinu biljaka (Memišević Hodžić i sur. 2016; Memišević Hodžić i Ballian 2019). Za razliku od toga, sve one provenijencije koje su podrijetlom s lakih prozračnih tala imale su manje prosječne visine biljaka. S obzirom na to da u ovom istraživanju provenijencija Drvar preuzima prvo mjesto, a ona dolazi s lakih tipova tala, za njenu interakciju s tlom je trebalo oko deset godina. Stoga će se vjerojatno pojaviti i druge provenijencije koje će naknadno biti prestrojene kroz interakciju s novim staništem.

Kako navode Wright i sur. (2007), kada su ekološki važna biljna svojstva povezana, može se reći da predstavljaju dimenziju ekološke 'strategije' vrste. Kroz identificiranje ovih svojstava i razumijevanje njihovih međusobnih odnosa, stječemo uvid u to zašto su određene kombinacije svojstava favorizirane u odnosu na neke druge. Wright i sur. (2007) proučavali su šest svojstava u više vrsta na velikom broju uzoraka: specifičnu površinu lista, prosječnu veličinu lista, prosječnu veličinu sjemena i ploda, zatim tipičnu najveću visinu biljke te gustoću drva. Odnosi svojstava kvantificirani su među vrstama u svakoj pojedinačnoj šumi, kao i kroz skup podataka u cjelini. Rezultati su pokazali da su veličine sjemena i ploda usko povezane te da je visina biljaka povezana s veličinom sjemena i plodova. Također, utvrđena je i slaba pozitivna korelacija između dimenzija lišća i plodova te negativna korelacija između specifične površine lista i gustoće drva.

U našem istraživanju gdje su korelirana svojstva visine i promjera vrata korijena s morfometrijskim značajkama lista, utvrđeno je postojanje značajne korelacije za sva svojstva osim za svojstvo dužine peteljke. Tako svojstva dužine i širine plojke lista pokazuju najznačajniju pozitivnu korelaciju sa svojstvima koja se odnose na rast. Taj rezultat upućuje na to da se u budućem razdoblju može lakše provoditi selekcija najboljih provenijencija, ali vjerojatno i selekcija najproizvodnijih stabala. Drugim riječima, izborom jedinki s krupnjim lišćem možemo očekivati veći visinski i debljinski prirast. Do sličnih rezultata dolaze i Ackerly i Donoghue (1998). Navedeni autori zaključuju da u vrsta iz roda *Acer* L. postoji snažna pozitivna korelacija između de-

bljine grančica, veličine lista, dužine cvata i razmaka grana (poznato kao Corner-ova pravila). Ipak ove rezultate treba još detaljnije provjeriti u nadolazećim istraživanjima. Prije svega potrebno je analizirati morfološke značajke listova unutar samih provenijencija te ih korelirati sa značajkama kao što su visinski i debljinski prirast. Također, istraživanja je potrebno proširiti i na ostale gospodarski značajne listopadne vrste.

Nažalost nemamo objašnjenje za povezanost između brojnih provenijencija. Klasterskom analizom nije utvrđeno povezivanje provenijencija po geografskom i ekološkom principu. Razlog tomu možemo tražiti u povjesnoj degradiranosti sastojina hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini (Ballian i Memišević Hodžić 2016), jer danas imamo samo ostatke nekada velikih šuma ove gospodarski izrazito važne vrste drveća. Izrazito zanimljivi rezultati našeg istraživanja nas motiviraju da nastavimo s dalnjim praćenjem i novim metodama u testu provenijencija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini.

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Na temelju rezultata istraživanja morfoloških svojstava lista u prirodnim populacijama i rasta biljaka hrasta lužnjaka u pokusu provenijencija Žepče možemo zaključiti sljedeće:

1. Utvrđene su statistički značajne razlike između istraživanih provenijencija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini za svojstva visine i promjera vrata korijena.
2. Provenijencija s najvećom prosječnom visinom biljaka za 2020. godinu bila je provenijencija Drvar (445,8 cm), a slijede je provenijencija Jelah (436,0 cm) i Vinac (432,0 cm).
3. Provenijencija s najnižim prosječnim vrijednostima za visinu biljaka bila je provenijencija Visoko-Muhašinovići (262,3 cm).
4. Za svojstvo visina biljaka u 2020. godini je zabilježeno pretjecanje provenijencija.
5. Provenijencija s najvećim prosječnim promjerom vrata korijena za 2020. godinu bila je provenijencija Živinice (10,7 cm), a slijede ju provenijencije Jelah i Drvar.
6. Provenijencija s najnižim prosječnim vrijednostima za promjer vrata korijena bila je provenijencija Nević polje (7,4 cm).
7. Klasterskom analizom nije utvrđeno povezivanje populacija po geografskom i ekološkom principu, što se može objasniti kao posljedica ranijeg, povjesnog negativnog djelovanja čovjeka na populacije hrasta lužnjaka na području Bosne i Hercegovine.
8. Zabilježena je značajna pozitivna korelacija između visine i promjera vrata korijena te između visine i promjera vrata korijena i većine istraživanih morfoloških značajki listova.

9. S obzirom na dobivenu varijabilnost između istraživanih provenijencija, kao i značajnih korelacija sa svojstvima lista, dobiveni rezultati trebaju biti korišteni prilikom selekcije sjemenskih objekata, odnosno planiranja mjera očuvanja i reintrodukcije hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini.
10. Potrebno je nastaviti s dalnjim istraživanjima, jer su rezultati dobiveni u prvim fazama često nepotpuni i opterećeni brojnim nedostatcima.

## LITERATURA

### REFERENCES

- Ackerly, D.D., M.J. Donoghue, 1998: Leaf size, sapling allometry, and Corner's rules: phylogeny and correlated evolution in maples (*Acer*), Am Nat. 152 (6): 767-791.
- Ballian D., P. Belletti, D. Ferrazzini, F. Bogunić, D. Kajba, 2010: Genetic variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Bosnia and Herzegovina, Period. Biol. 112 (3): 353–362.
- Ballian D., D. Kajba, 2010: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti, Sarajevo – Zagreb.
- Ballian D., M. Memišević Hodžić, 2016: Varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Bosni i Hercegovini, UŠIT FBiH i Silva Slovenica, Sarajevo, Ljubljana.
- Ballian D., M. Memišević, F. Bogunić, N. Bašić, M. Marković, D. Kajba, 2010: Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana, Šumar. list 134 (7-8): 371- 86.
- Ballian D., M. Memišević, F. Bogunić, I.J. Diaz-Maroto, 2017: Altitudinal differentiation of *Quercus robur* in Bosnia and Herzegovina, J. For. Res.-JPN, 29 (5): 1225-1232.
- Ballian D., M. Memišević, F. Bogunić, T. Parpan, 2015: Morphological variability of differentiated by altitude above sea level populations of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Bosnia and Herzegovina, Studia Biologica 9 (3-4): 155–168.
- Ballian D., F. Mekić, I. Murlin, M. Memišević, F. Bogunić, 2011: Preliminarni rezultati istraživanja provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur*, L.) u Bosni i Hercegovini u pokusu Žepče, Naše šume, 24-25: 3-16.
- Ballian D., E. Mujanović, A. Čabaravdić, 2009: Varijabilnosti običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u pokusu provenijencija Glasinc – Sokolac (Bosna i Hercegovina), Šumar. list 133 (11-12): 577-588.
- Bašić N., J. Kapić, D. Ballian, 2007: Morfometrijska analiza lista hrasta lužnjaka, Rad.-Šumar. inst. Jastrebarsko, 42 (1): 5-18.
- Batos B., D. Miljković, M. Perović, S. Orlović, 2017: Morphological variability of *Quercus robur* L. leaf in Serbia, Genetika, 49 (2): 529-541.
- Buras A., U. Sass-Klaassen, I. Verbeek, P. Copini, 2020: Provenance selection and site conditions determine growth performance of pedunculate oak, Dendrochronologia, 61: 125705.
- Bruschi P., P. Grossoni, F. Bussotti, 2003: Within- and among-tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. natural populations, Trees-Struct. Funct., 17: 164–172.
- Eaton, E., G. Caudullo, S. Oliveira, S., D. de Rigo, 2016: *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T.

- Houston Durrant, A. Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species, Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01c6df+.
- Franjić J., 1994: Morphometric leaf analysis as an indicator of common oak (*Quercus robur* L.) variability in Croatia. Ann. For. est., 19 (1):1-32.
  - Franjić J., 1996: Multivariantna analiza posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., Fagaceae) u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, doktorska disertacija.
  - Franjić J., J. Gračan, D. Kajba, Ž. Škvorc, B. Dalbelo Bašić, 2000: Multivariate analysis of leaf shape of the common oak (*Quercus robur* L.) in the "Gajno" provenance test (Croatia), Glas. Šum. pokuse 37: 469-479.
  - Gračan J., 1995: Rezultati uspjevanja provenijencija hrasta lužnjaka na lokalitetu Gajno, Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko, 31(1/2): 149-160.
  - Halilović V., F. Mekić, Č. Višnjić, D. Ballian, 2009: Varijabilnost visinskog prirasta devet provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.) iz BiH u pokusu "Delimusa" kod Olova, Naše šume, 14-15: 11-19.
  - Klepac D., 1988: Uređivanje šuma hrasta lužnjaka, Glas. Šumske pokuse, 24: 117-132.
  - Kremer A., J.L. Duprey, J.D. Deans, J. Cottrell, U. Csaik, R. Finckeldey, S. Espinel, J. Jensen, J. Kleinschmit, B. Van Dam, A. Ducoffre, I. Forrest, U.L. De Heredia, A.J. Lowe, M. Tutkova, R.C. Munro, S. Steinhoff, V. Badeau, 2002: Leaf morphological differentiation between *Quercus robur* and *Quercus petraea* is stable across western European mixed oak stands, Ann. For. Sci., 59: 777-787.
  - Matthias A., T. Kuster, M.S. Günthardt-Goerg, M. Dobbertin, 2011: Provenance-specific growth responses to drought and air warming in three European oak species (*Quercus robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*), Tree Physiol. 31 (3): 287-297.
  - Memišević Hodžić M., 2015: Morfološko-fenološko-genetička varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur*, L.) u bosanskohercegovačkom testu provenijencija, Disertacija, Šumarski fakultet u Sarajevu.
  - Memišević Hodžić M., D. Ballian, 2016: Istraživanja raznolikosti morfoloških svojstava hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusu provenijencija Žepče, Bosna i Hercegovina, Šumar. list 140 (5-6): 239-249.
  - Memišević Hodžić M., D. Ballian, 2019: Growth tendency of *Quercus robur* L. provenances in Bosnia and Herzegovina provenance test with relation to fixation index, Kastamonu Uni. Orman Fakültesi Dergisi, 19 (2): 186-196.
  - Memišević Hodžić M., D. Ballian, 2020: Quality of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) provenances in Bosnian-Herzegovinian provenance test based on branching angle and stem form, Forstist, 70 (2): 95-104.
  - Memišević Hodžić M., D. Ballian, H. Kraigher, 2019: Research of morphologic features of up to 10-year-old pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the provenance test in Žepče, Bosnia and Herzegovina, poster presentation XXV IUFRO World Congress
  - 2019 "Forest Research and Cooperation for Sustainable Development", Curitiba, Brazil; 29 September - 5 October 2019.
  - Memišević Hodžić M., I. Murlin, D. Ballian, 2016: Variability of eight years old plants of pedunculate oak in provenance test Žepče, Bosnia and Herzegovina. Proceedings of Natural resources, green technology and sustainable development-green/2. 106-111 str.
  - Memišević M., 2010: Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost nekih morfoloških karakteristika hrasta lužnjaka (*Quercus robur*, L.) u području Zapadnog Balkana, Magistarski rad, Šumarski fakultet u Sarajevu.
  - Pintarić K., 2000: 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni, Šumar. list, 124 (3-4): 143-156.
  - Poljak I., M. Idžočić, M. Žebec, 2014: Leaf morphology of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) – a Methodological approach, Acta Hort, 1043: 211-218.
  - Poljak I., M. Idžočić, I. Šapić, P. Korijan, J. Vukelić, 2018: Diversity and structure of Croatian continental and alpine-dinaric populations of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*); Isolation by distance and environment explains phenotypic divergence, Šumar. list, 142 (1-2): 19-31.
  - Popović M., M. Ivanković, M., Bogdan, S., 2014: Varijabilnost visinskog rasta i preživljivanja potomstava iz sjemenskih sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom nasadu "Jastrebarski Lugovi" – prvi rezultati, Šumar. list, 138 (1-2): 155-165.
  - Roth V., 2003: Neki pokazatelji rasta hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih zona i rajona Hrvatske u rasadničkom testu, Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko, 38 (2): 195-210.
  - Roth V., 2006: Rast biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz različitih sjemenskih zona i rajona Hrvatske, tijekom prvih dviju godina poljskog testa, Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko, Izvanredno izdanie, 9: 319-327.
  - Stefanović V., V. Beus, Č. Burlica, H. Dizdarević, I. Vukorep, 1983: Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Sarajevo, Šumarski fakultet, Posebna izdanja br. 17: 1-44.
  - Trinajstić I., 1988: Taksonomska problematika hrasta lužnjaka *Quercus robur* L. u flori Jugoslavije, Glas. Šum. pokuse 24: 101-116.
  - Trinajstić I., J. Franjić, 1991: Listovi kratkog plodnoga izbojka, osnova za morfometrijsku analizu lista hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., Fagaceae). U: B. Mayer (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Zagreb, 169-178 str.
  - Wright I.J., D.D. Ackerly, F. Bongers, K.E. Harms, G. Ibarra-Manríquez, M. Martinez-Ramos, S.J. Mazer, H.C. Muller-Landau, H. Paz, N.C. Pitman, L. Poorter, M.R. Silman, C.F. Vriesendorp, C.O. Webb, M. Westoby, S.J. Wright, 2007: Relationships among ecologically important dimensions of plant trait variation in seven neotropical forests, Ann. Bot.-London, 99 (5): 1003-1015.
  - Žebec M., M. Idžočić, I. Poljak, I. Modrić, 2015: Raznolikost gorskog briješta (*Ulmus glabra* Huds.) na području gorsko-kotlinske Hrvatske prema morfološkim obilježjima listova, Šumar. list, 139 (9-10): 429-438.

## SUMMARY

Pedunculate oak (*Quercus robur* L., Fagaceae) is an economically and ecologically valuable species that has almost completely disappeared from the territory of Bosnia and Herzegovina due to over-exploitation, and through reintroduction and breeding activities it should be returned and protected in areas optimal for its growth. This study aimed to determine whether there is a correlation between the mor-

phological traits of pedunculate oak leaves in populations where the seed for establishing provenance test was collected with the root collar diameter and height of plants growing in the provenance test.

In the first part of this study, leaves from 27 natural populations of pedunculate oak throughout Bosnia and Herzegovina were measured (Table 1). Ten leaves per tree were measured from ten trees per population. The following traits were measured (Figure 1): K1 - leaf blade length in mm, K2 - leaf petiole length in mm, K3 - the distance of the widest part of the blade from the blade base (on the right side) in mm, K4 - width of the right half-blade at the height from K3 in mm, K5 - (maximum) width of the left half-blade in mm, K6 - incision of the leaf from the central nerve in mm, K7 - incision of the blade base. The second part of the research includes the measurement of heights and root collar diameters of pedunculate oak plants in the provenance test in Žepče in the spring of 2020. The provenance test was established in 2009 from seeds from the same populations and from the same trees from which the leaf material was collected for morphometric analysis. Data were processed in the statistical program SPSS 26.0. Descriptive analysis, analysis of variance, multiple Duncan test, and cluster analysis using the Average Linkage Method for the traits of the height and root collar diameter of plants in the provenance test were performed. A correlation analysis between the morphological traits of the leaves in the populations and the growth of provenances in the provenance test using the Pearson coefficient was also performed. Mutual correlations of leaf traits, correlations between height and root collar diameter of plants in the provenance test, and correlations between leaf traits and height and root collar diameter of plants in the provenance test were calculated.

Analysis of variance for the height and root collar diameter showed statistically significant differences among the investigated provenances, which was confirmed by Duncan's test (Table 2, 3 and 4). The highest average value of plant height for 2020 had provenance Drvar (445.8 cm), followed by Jelah and Vinac, while the lowest average value had provenance Visoko - Muhašinovići (262.3 cm) (Figure 2). Overflow of provenances was registered for the height. The highest average value of root collar diameter had provenance Živinice (Figure 3), followed by the provenances Jelah and Drvar (10.7 cm), while the lowest value had provenance Nević polje (7.4 cm). The results of the conducted descriptive statistical analysis for morphological leaf traits are shown in Table 5. There was no clear pattern in the formation of groups (Figure 4), which is a consequence of the earlier historical negative effect of man on the pedunculate oak population. A significant positive correlation between height and root collar diameter was recorded at the 0.01 level (Table 6). A positive significant correlation was also registered between the height and leaf traits, except for the petiole length which did not show a significant correlation. A positive correlation was registered between the root collar diameter and all investigated leaf traits except for the petiole length and the incision of the leaf blade base of the leaf blade.

Given the obtained variability among the studied provenances, as well as significant correlations of height and root collar diameter of plants in provenance test with leaf traits, the obtained results should be used in the selection of seed trees and stands, i.e., planning measures for conservation and reintroduction of pedunculate oak in Bosnia and Herzegovina.

---

**KEY WORDS:** provenances, pedunculate oak, plant height, root collar diameter, morphometric analysis

# PHYTOTOXICITY OF CLOPYRALID AT HIGH RATES ON SEED GERMINATION OF MEDITERRANEAN PINES

## FITOTOKSIČNOST KLOPIRALIDA VEZANO UZ KLIJANJE SJEMENA MEDITERANSKIH BOROVA

Oğuzhan BAKAN<sup>1</sup>, Derya EŞEN<sup>2\*</sup>, Bilal ÇETİN<sup>1</sup>

### SUMMARY

Black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold), maritime pine (*P. pinaster* Aiton), Scots pine (*P. sylvestris* L.), and Turkish red pine (TRP, *P. brutia* Ten.) are ecologically and economically important conifers of the Mediterranean Basin, and in particular for Turkish forestry. They are commonly used for the regeneration and restoration of degraded ecosystems in Turkey. Weeds compete with tree seedlings for vital site elements such as soil moisture and nutrients and solar radiation, substantially reducing tree establishment and growth. Herbicides can offer the practitioner efficient and cost-effective weed control compared to other methods. Rapid herbicide seed screening allows testing of crop-safe herbicides and application rates at much lower costs in a very short time-frame when compared to lengthy field trials. Clopyralid is a systemic herbicide used to rid pine seedlings of competing vegetation. The present study examined the effect of clopyralid phytotoxicity on these pine species using a rapid herbicide seed screening test in order to compare different application rates on seed germination and to identify crop-safe rates. Clopyralid was not phytotoxic to any of the pine species at low rates (i.e., <2%, v:v); however, pine sensitivity to the herbicide increased with increasing rates, especially for rates higher than 3%. Moreover, at high rates, clopyralid reduced the germination speed. This herbicide can be used at low rates for degraded areas and nursery sites in which sowing is used as the main regeneration or restoration method. Field confirmation of the obtained results is also recommended.

**KEY WORDS:** Forestry, forest nursery, herbicide sensitivity, *Pinus*, seed screening, weed control

### INTRODUCTION UVOD

Pines make up a significant share (47%) of Turkish forests (22.7 million ha) (OGM 2019). Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.), black pine (*P. nigra* Arnold), and Scots pine (*P. sylvestris* L.) are important natural Turkish forest pine species, with distributions of 5.7, 4.4, and 1.5 million ha, respectively (OGM, 2019). Maritime pine (*P. pinaster* Aiton) in Turkey is distributed over almost 58,000 ha, mostly in plantations (Güner et al. 2019). These pines benefit the

society greatly with their significant economic (i.e., wood and, specifically for Turkish red pine, honey production) and ecological (i.e., biodiversity, erosion control, and land restoration) contributions and are widely used for natural regeneration and afforestation by the Turkish General Directorate of Forestry (Genç 2012; Boydak and Çalışkan 2014; Dağlar et. al. 2016; Bakan et al. 2018; Bakan and Eşen 2018; Cap and Eşen 2018; Türedi et al. 2018; Bakan 2019; Güner et al. 2019). Most of these pines are distributed on degraded land that is under a high level of environmental

<sup>1</sup> Ogushan Bakan, Ass. Prof. Dr. Bilal Cetin, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Düzce University, Düzce, Turkey

<sup>2</sup> Prof. Dr. Derya Esen, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Izmir Katip Çelebi University, Cigli, Izmir, Turkey

\*Correspondence: derya.esen@ikcu.edu.tr; Phone: +90 530 3229515

(e.g., drought, erosion) and anthropogenic pressure (Genç 2012; Boydak and Çalışkan 2014; Yıldız et al. 2018).

Weeds compete with tree seedlings for vital site elements such as soil moisture and nutrients and solar radiation, substantially reducing tree establishment and growth (Wagner et al. 2004; Radosevich et al. 2007). Consequently, effective weed control on natural forest regeneration and afforestation sites becomes essential (Radosevich et al. 2007). Herbicides can offer the practitioner efficient and cost-effective weed control compared to other methods (Eşen and Yıldız 2000; Wagner et al. 2004; Eşen et al. 2005, 2006; Radosevich et al. 2007).

“Rapid herbicide seed screening” is a method wherein tree seeds are pretreated with herbicide formulations before germination assessments. This method allows screening for crop-safe herbicides and application-rates at much lower costs within a very short time frame (i.e., 30 days or less) compared to the expensive and lengthier tests in the field (i.e., 10 months) (Zedaker and Seiler 1988; Bunn et al. 1995; Blair et al. 2006; Stanley et al. 2014; Dağlar et al. 2016, Bakan et al. 2018; Türedi et al. 2018; Bakan 2019). Recently, this method was employed in black pine, Scots pine, and maritime pine to assess the phytotoxicity of glyphosate (Türedi et al. 2018) and methsulfuron methyl (Dağlar et al. 2016) on the seed germination of the species. Herbicide sensitivity of these pines to these herbicides was found to vary substantially according to species and herbicide application rates (Dağlar et al. 2016; Türedi et al. 2018). Additionally, the rapid herbicide seed screening test using black, Scots, and maritime pine seeds pretreated with glyphosate (Türedi et al. 2018) successfully predicted the results of a longer field trial using 1-3-year-old seedlings of the same pine species in terms of glyphosate sensitivity (Cap and Eşen 2018), thus confirming previous reports of the high correlation between short herbicide seed screening and longer field screening trials (Zedaker and Seiler 1988; Bunn et al. 1995; Blair et al. 2006; Stanley et al. 2014; Dağlar et al. 2016; Türedi et al. 2018).

Clopyralid is a growth-regulating, post-emergence herbicide belonging to the pyridine carboxylic acid group (Monaco et al. 2002; Dixon et al. 2005). It is mainly applied to plant foliage and then roots and is easily translocated to the meristematic sites. Clopyralid effectively controls many broadleaf herbaceous and some woody weeds (Monaco et al. 2002; Dixon et al. 2005) and is reported to be safe for young seedlings of many pine species including longleaf pine (*P. palustris* Mill.), slash pine (*P. elliottii* Engelm. var. *elliottii*), and loblolly pine (*P. taeda* L.) (South 2000) as well as Scots pine (*P. sylvestris* L.) (Vea and Palmer 2009).

Clopyralid phytotoxicity on black pine, maritime pine, Scots pine, and Turkish red pine (TRP) at low rates was studied in a recent, preliminary rapid seed screening test in

Turkey (Bakan et al. 2018; Bakan 2019). In this preliminary test, clopyralid demonstrated no significant phytotoxic effects on the listed pine species at low rates of 0-1% (v:v). Further testing of the phytotoxicity of this herbicide at higher rates on these pine species was recommended (Bakan et al. 2018; Bakan 2019).

Consequently, as a continuation of the study of Bakan et al. (2018) and Bakan (2019), the present study, in a separate rapid seed germination test, examined black pine, maritime pine, Scots pine, and TRP for clopyralid phytotoxicity at higher rates. The study aimed to determine the clopyralid sensitivity of the pine species at high rates and to help develop a tree-safe pre-emergence herbicide weed control treatment for pine regeneration and/or restoration sites and forest nurseries where sowing is the principal basis of propagation. Considering the high correlation between the results of the rapid seed screening test and those of the field herbicide screening trial, the findings of the present study could also be used for the post-emergence control of herbaceous weeds in the field.

## MATERIAL AND METHODS

### METODE I MATERIJALI

Prior to the experiment, pine seeds were obtained from the Bolu Forest Nursery situated in Bolu, Turkey, in the autumn of 2015 and stored in air-tight plastic bags in the refrigerator (4-6 °C) at the Duzce University Forestry Faculty (Dağlar et al. 2016; Bakan et al. 2018; Bakan 2019). The seeds of black, Scots, and maritime pine were collected from their native distribution areas in Bolu-Mengen, Bolu-Aladağ, Izmit-Kefke, and Sakarya-Geyve-Taraklı in the Western Black Sea Region of Turkey in 2014, 2016, 2016, and 2011, respectively. For more detailed information on seed collection and storage, please refer to Bakan (2019). The seeds of these pine did not require pretreatment (i.e., stratification) before germination (Genç 2012).

The present study followed a procedure similar to that of Blair et al. (2006), and more specifically to Dağlar et al. (2016), Bakan et al. (2018), Türedi et al. (2018), and Bakan (2019). Seeds from each of the four pine species were independently presoaked in 100-mL clopyralid (Phaeton 100°, 100 g L<sup>-1</sup> a.i., HEKTAŞ T.A.Ş., Gebze Organize San. Bölgesi, İhsan Dede Cd. 700, Sk. 41480, Gebze-Kocaeli, Turkey) solutions at differing rates of 0-5% (v:v) in deionized water in separate plastic containers for 24 h (Table 1) (Bakan 2019). A 0.4% (v:v) Izolcaptan® 50 WP (Metropol Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul, Turkey) was added to the solutions of each rate to prevent the fungus infestations that had occurred in the preliminary test with the lower rates of clopyralid (Bakan and Eşen 2018; Bakan et al. 2018; Bakan 2019). The seeds were then taken from the containers and placed on dry filter paper in 9-cm Petri dishes. For each

pine species, 50 seeds were placed in each dish for each clopyralid rate. Treatments were replicated four times for the test. Thus, the experiment included 128 dishes (eight solutions  $\times$  four pine species  $\times$  four replications). The dishes containing the seeds were placed in a growth chamber (MMM Aqualytic AL655, Germany) at  $20 \pm 0.5$  °C for 28 days between 07/09/2018 and 05/10/2018. During the germination test, the dishes were monitored every other day. Seeds having a 5 mm-long radicle during the test period were evaluated as germinated (ISTA, 1985). The dishes were conditioned with 1-2 mL of deionized water as needed (Blair et al. 2006; Dağlar et al. 2016; Bakan et al. 2018; Türedi et al. 2018; Bakan 2019).

The mean percentages of cumulative seed germination (CSG) on Days 7, 14, and 28 were discretely analyzed for each conifer species via a completely randomized design (CRD). A one-way analysis of variance (ANOVA) was employed for the statistical test. To separate treatment means, Tukey's MST was employed ( $p \leq 0.05$ ). Results were analyzed using the Statistical Analysis System (SAS) (SAS 1996). The data were transformed following a violation of the assumption of normality.

## RESULTS

### REZULTATI

#### Black pine – Crni bor

Germination started on Day 4, and more than half of the control seeds had germinated by the second week, showing rapid germination (Table 1, Fig. 1). As in the preliminary test of Bakan et al. (2018), the control (0%) and 1%-rate demonstrated high CSG when compared to the rest of the treatments and did not significantly differ from each other at the end of the test (Table 1). Moreover, no significant phytotoxic effect was observed in the seeds that were pretreated with 1.5% clopyralid. The herbicide sensitivity of black pine seeds began with the herbicide rates of 2.0% and higher. At the end of the test, the CSG had progressively and significantly decreased by 14, 21, 39, and 54% for the seeds that were presoaked with the 2, 3, 4, and 5% solutions, respectively (Table 1).

#### Maritime pine – Primorski bor

At the end of the first week, no seed germination had occurred for the maritime pine regardless of treatments (Table 1). Maritime pine displayed the lowest seed germination performance among all of the pine species used in the present study. The majority of seeds had germinated by the end of the second week. Clopyralid affected maritime pine seed germination in a similar manner as with black and Scots pine seeds. Significant herbicide phytotoxicity began with clopyralid rates of  $\geq 2\%$  and progressively intensified with

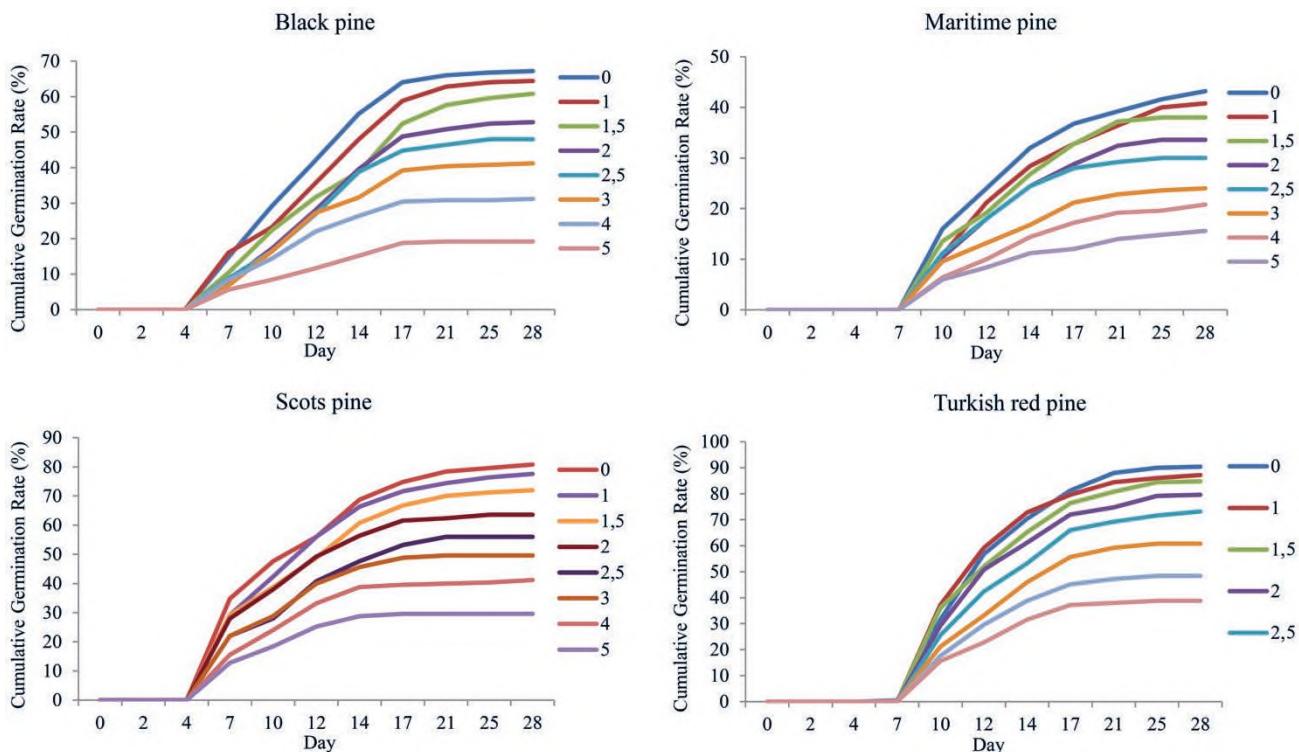
**Table 1.** Mean cumulative seed germination of black pine (*Pinus nigra*), maritime pine (*Pinus pinaster*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), and Turkish red pine (*Pinus brutia*) depending on clopyralid rate after 7, 14, and 28 days of the germination test.

**Tablica 1.** Srednja vrijednost klijanja sjemena crnog bora (*Pinus nigra*), primorskog bora (*Pinus pinaster*), bijelog bora (*Pinus sylvestris*), i brucijskog bora (*Pinus brutia*) prema Postotku (volumnom) klopiralida nakon 7, 14, i 28 dana unutar testa klijanja.

Herbicide Rate Postotak herbicida (%, v:v) <sup>1</sup>	Mean Cumulative Seed Germination (%) Središnja vrijednost klijanja sjemena (%)		
	Day 7	Day 14	Day 28 <sup>3</sup>
<b>Black pine Crni bor</b>			
0	14.8 $\pm$ 1.6 ab <sup>2</sup>	55.2 $\pm$ 3.8 a	67.2 $\pm$ 2.9 a <sup>3</sup>
1.0	16.0 $\pm$ 1.4 a	48.0 $\pm$ 3.2 a	64.4 $\pm$ 1.7 a
1.5	10.4 $\pm$ 2.3 bc	38.8 $\pm$ 1.5 b	60.8 $\pm$ 2.2 a
2.0	8.0 $\pm$ 1.1 c	39.6 $\pm$ 3.2 b	52.8 $\pm$ 3.4 b
2.5	8.8 $\pm$ 2.1 c	38.8 $\pm$ 2.7 b	48.0 $\pm$ 2.2 bc
3.0	6.8 $\pm$ 1.6 c	31.6 $\pm$ 1.2 bc	41.2 $\pm$ 2.2 c
4.0	8.4 $\pm$ 1.2 c	26.4 $\pm$ 2.3 c	31.2 $\pm$ 1.9 d
5.0	5.6 $\pm$ 1.6 c	15.2 $\pm$ 2.4 d	19.2 $\pm$ 2.7 e
<b>Maritime pine Primorski bor</b>			
0	-	32.0 $\pm$ 2.3 a <sup>4</sup>	43.2 $\pm$ 2.4 a
1.0	-	28.4 $\pm$ 2.4 ab	40.8 $\pm$ 2.6 ab
1.5	-	26.8 $\pm$ 3.8 ab	38.0 $\pm$ 3.9 ab
2.0	-	24.4 $\pm$ 1.7 b	33.6 $\pm$ 2.7 bc
2.5	-	24.4 $\pm$ 1.7 b	30.0 $\pm$ 1.8 cd
3.0	-	16.8 $\pm$ 1.5 c	24.0 $\pm$ 2.0 de
4.0	-	14.4 $\pm$ 2.7 c	20.8 $\pm$ 3.1 ef
5.0	-	11.2 $\pm$ 1.2 c	15.6 $\pm$ 1.7 f
<b>Scots pine Bijeli bor</b>			
0	34.8 $\pm$ 1.4 a	68.8 $\pm$ 3.5 a <sup>2</sup>	80.8 $\pm$ 2.7 a
1.0	29.2 $\pm$ 1.4 b	66.4 $\pm$ 2.7 a	77.6 $\pm$ 4.4 a
1.5	29.2 $\pm$ 2.4 b	60.8 $\pm$ 4.1 ab	72.2 $\pm$ 3.2 ab
2.0	28.0 $\pm$ 2.6 b	56.4 $\pm$ 3.0 c	63.6 $\pm$ 2.6 bc
2.5	22.0 $\pm$ 1.4 c	47.6 $\pm$ 2.3 c	56.0 $\pm$ 2.6 cd
3.0	22.0 $\pm$ 2.3 c	45.6 $\pm$ 4.1 c	49.6 $\pm$ 5.0 de
4.0	15.6 $\pm$ 0.7 d	38.8 $\pm$ 1.9 c	41.2 $\pm$ 2.4 e
5.0	12.8 $\pm$ 0.8 d	28.8 $\pm$ 1.0 d	29.6 $\pm$ 1.0 f
<b>Turkish red pine Brucijski bor</b>			
0	-	70.4 $\pm$ 2.3 ab <sup>2</sup>	90.4 $\pm$ 1.3 a <sup>3</sup>
1.0	-	72.8 $\pm$ 3.8 a	87.2 $\pm$ 2.2 ab
1.5	-	65.2 $\pm$ 2.3 bc	84.8 $\pm$ 2.1 bc
2.0	-	61.2 $\pm$ 3.2 c	79.6 $\pm$ 2.5 cd
2.5	-	53.2 $\pm$ 1.9 d	73.2 $\pm$ 3.1 d
3.0	-	46.0 $\pm$ 1.8 e	60.8 $\pm$ 1.6 e
4.0	-	38.8 $\pm$ 2.4 f	48.4 $\pm$ 1.7 f
5.0	-	31.6 $\pm$ 1.2 g	38.8 $\pm$ 1.5 g

<sup>1</sup>Herbicide rate effect was significant ( $p < 0.0001$ ); <sup>2</sup>Means within the same column with different letters are significantly different ( $p \leq 0.05$ ); <sup>3,4</sup>Arcsin transformed values were employed for separation of the means and non-transformed values were used for actual means.

<sup>1</sup>Efekat herbicida je bio značajan ( $p < 0.0001$ ); <sup>2</sup>Središnje vrijednosti unutar istog stupca s različitim slovima se značajno razlikuju ( $p \leq 0.05$ ); <sup>3,4</sup>Korištene su specifične arkus sinus vrijednosti za odvajanje središnjih vrijednosti, a ne-transformirane vrijednosti su korištene za izračunavanje stvarnih središnjih vrijednosti.



**Figure 1.** Cumulative germination rate of black pine (*Pinus nigra*), maritime pine (*Pinus pinaster*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), and Turkish red pine (*Pinus brutia*) seeds pretreated with varying rates of clopyralid for the germination test.

**Slika 1.** Brzina klijanja sjemena crnog bora (*Pinus nigra*), primorskog bora (*Pinus pinaster*), bijelog bora (*Pinus sylvestris*) i brucijskog bora (*Pinus brutia*) prethodno tretirana s različitim volumenom postocima klopiralida tijekom testa klijanja.

increasing rates. The mean CSG with the 2, 3, and 5% herbicide rates was 22, 44, and 64%, respectively, compared to that of the control seeds and was lower by the end of the experiment (Table 1). The herbicide rate also had a similar effect on the germination speed (Fig. 1).

#### Scots pine – *Bijeli bor*

Germination started on Day 4, and more than two-thirds of the control seeds had germinated by the second week, demonstrating a higher speed of germination than black pine (Table 1, Fig. 1). Similar to black pine, Scots pine seeds were not significantly sensitive to clopyralid at rates of  $\leq 1.5\%$ ; however, herbicide phytotoxicity increasingly intensified with higher rates. Increasing the herbicide rate to 2, 3, and 5% significantly brought about 21, 39, and 63% decreases, respectively, in the mean CSG when compared to the control seeds. Germination speed progressively decreased in parallel with the increasing herbicide rate (Fig. 1).

#### Turkish red pine – *Brucijski bor (TRP)*

Similar to maritime pine, TRP exhibited no seed germination by the second week of the germination test, whereas at the end of the second week of the experiment demonstrated the greatest CSG performance among all of the pine species including the control seeds (Table 1). Unlike the rest of the analyzed pine species, TRP began to demonstrate substantial

clopyralid sensitivity at a lower rate (1.5%), and this sensitivity increased more at higher herbicide rates. The mean CSG at 2, 3, and 5% herbicide rates decreased by 12, 32, and 57%, respectively, when compared to that of the control seeds. The effect of clopyralid on the germination speed of TRP was comparable to that seen in the other pine species (Fig. 1).

## DISCUSSION

### RASPRAVA

Most of the distribution area of black, maritime, Scots, and TRP is subject to site degradation with the existence of a high level of environmental (e.g., drought, erosion) and anthropogenic pressure (Genç 2012; Boydak and Çalışkan 2014; Yıldız et al. 2018). Because they provide more favorable site conditions, “microsites” that are dispersed on degraded areas can offer stressed vegetation essential resources and can substantially enhance plant establishment. By supplementing natural seed dispersal and uniting seeds via these microsites, direct seeding can dramatically improve tree seedling survival and growth on such stressed areas (Dixon et al. 2005; Doust et al. 2006; Jinks et al. 2006; Greipsson 2012; Löf et al. 2016; Grossnickle and Ivetić, 2017). On the other hand, weeds that usurp essential site resources (i.e., water and nutrients in the soil) can pose a great threat to the establishment of crops in these already

resource-scarce environments, therefore warranting efficient weed control (Wagner et al. 2004; Radosevich et al. 2007; Galatowitsch 2012, Türedi et al. 2018). Chemical weed control is an effective tool for eliminating unwanted vegetation and enhancing tree establishment and growth in forestry situations (Eşen and Yıldız 2000; Wagner et al. 2004; Eşen et al. 2005, 2006; Radosevich et al. 2007). In this sense, rapid herbicide seed screening tests can significantly help to quickly devise cost-effective, and crop-safe weed control prescriptions (Zedaker and Seiler 1988; Bunn et al. 1995; Blair et al. 2006; Stanley et al. 2014; Dağlar et al. 2016; Bakan et al. 2018; Türedi et al. 2018; Bakan 2019).

The sensitivity of plant seeds to herbicides varies depending on the herbicide, species, and application rate (Blair et al. 2006; Willoughby et al. 2006; Stanley et al. 2014; Bakan et al. 2018; Türedi et al. 2018; Bakan 2019). Black pine, maritime pine, Scots pine, and TRP exhibited similar responses to clopyralid in terms of mean cumulative seed germination and speed of germination. Clopyralid is reported to be comparatively safe in various pine species at relatively low rates. It was not phytotoxic to young seedlings of longleaf, loblolly, and slash pine at rates of 0.2-0.8 kg a.e. ha<sup>-1</sup> (South 2000). Moreover, foliar-applied clopyralid effectively controlled Scotch broom (*Cytisus scoparius* L.) populations in young radiata pine (*Pinus radiata* D.Don) plantations at a slightly higher rate (i.e., 1.125 kg a.e. ha<sup>-1</sup>) without significant phytotoxicity to the pine seedlings one and two years after planting (Watt and Rolando 2014; Rolando et al. 2017). Additionally, clopyralid at low rates was found to be non-phytotoxic to several Mediterranean pines including black pine, Scots pine, maritime pine, and TRP in both the preliminary trial of the present study (Bakan et al. 2018; Bakan 2019) and the present study (Table 1), confirming the results of earlier studies on clopyralid. This herbicide was also found to be non-phytotoxic to Scots pine at low rates in another study where clopyralid was foliar-applied to young pine seedlings at rates of 0.14-0.56 kg a.i. ha<sup>-1</sup> (Vea and Palmer 2009). However, this systematic herbicide became increasingly phytotoxic at rates of  $\geq 2.0\%$  for the pine species used in the present study (Table 1). As with the mean cumulative seed germination, clopyralid similarly reduced the germination speed for the pine species. This was particularly apparent after rates higher than 3% (Fig. 1). Consequently, clopyralid at low rates can help the practitioner eliminate critical weed competition on regeneration or propagation sites for these important pine species without significant crop damage, although it can be critically damaging to pine species at higher rates. Using high rates of clopyralid may further hurt seedling survival by decreasing the speed of seed germination because accelerated germination enables newly emerged seedlings to reach site resources earlier than other seedlings having slower germination speeds (Swanton 2003; Radosevich et al. 2007; Türedi et al. 2018).

## CONCLUSION ZAKLJUČAK

Black pine, maritime pine, Scots pine, and TRP exhibited similar responses to clopyralid in mean cumulative seed germination and speed of germination. Clopyralid was not phytotoxic to the pine species at low rates (i.e., <2%, v:v); however, pine sensitivity to the herbicide significantly increased with increasing rates, especially for rates higher than 3%. This herbicide can be used at low rates for degraded areas and nursery sites in which sowing is used as the main regeneration or restoration method. Field studies are recommended for confirmation of the obtained results.

## ACKNOWLEDGMENTS PRIZNANJA I ZAHVALE

We thank the General Directorate of Forestry for supplying the seeds used for the present experiment. This experiment was carried out for the MSc thesis of Oğuzhan Bakan from the Duzce University Graduate School.

## REFERENCES POPIS LITERATURE

- Bakan, O., D. Eşen, 2018: Karaçam, sahilçamı, kıızılçam ve sarıçam tohumlarının çimlendirilmesinde mantar enfeksiyonu ile mücadele (Control of fungal infection during the seed germination of Anatolian black, maritime, Turkish red, Scots pine), In: Full Text Book of INES 2018 (International Academic Research Congress), 1015.-1023., Alanya.
- Bakan O, D. Eşen, B. Çetin, 2018: Hızlı tohum tarama testiyle bazi çam türlerinin clopyralid herbisitine hassasiyeti (Clopyralid sensitivity of several pine species with rapid seed screening test), In: Full Text Book of INES 2018 (International Academic Research Congress), 833.-839., Alanya.
- Bakan, O., 2019: Clopyralid herbisitinin Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J.F. Arnold), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) ve kıızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohum çimlenmesine fitotoksik etkisi (The phytotoxic effects of clopyralid herbicide on seed germination of Austrian pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) and Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.), Master's Thesis, Graduate School of Düzce Üniversity, Düzce, pp. 65.
- Blair, M. P., S. M. Zedaker, J. R. Seiler, P. L. Hipkins, P. L. Burch, 2006: Evaluation of rapid screening techniques for woody plant herbicide development, *Weed Technology*, (20) 971.-979.
- Boydak, M., S. Çalışkan, 2014: Ağaçlandırma, Ogem-Vakfi (in Turkish), Ankara, 712 pp.
- Bunn, B. H., S. M., Zedaker, J. R., Seiler, 1995: Presoaking improves forest tree seed screening, In: Proceedings of the Southern Weed Science Society, 129.-130., Memphis
- Cap, M. C., D. Eşen 2018: Effects of application date and rate of foliar-applied glyphosate on young pine seedlings in Turkey, *Journal of Forestry Research*, 29(3) 583.-591.

- Dağlar C, D. Eşen, B. Çetin, 2016: Screening for metsulfuron methyl phytotoxicity in seeds of various pine species, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi 12(2) 34.–43.
- Dixon F. L., D. V. Clay, I. Willoughby, 2005: The tolerance of young trees to applications of clopyralid alone and in mixture with foliar-acting herbicides, Forestry 78(4) 353.–364.
- Doust S. J., P. D. Erskine, D. Lamb, 2006: Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia, Forest Ecology and Management 234 333.–343.
- Eşen D, O. Yıldız 2000: Otsu ve odunsu diri örtü mücadeleinin meşcerelerin gençleştirilmesi ve büyümeye etkileri, TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi, 37(11) 28.–32. (in Turkish).
- Eşen D., O. Yıldız, M. Sarginci, N. Güneş, 2005: Ormancılıkta zararlı ot ilaçlarının kullanımı ve riskleri (Use and risk of herbicides in forests), A.İ.B.Ü. Ormancılık Dergisi, 1(2) 51.–58. (in Turkish with an English abstract)
- Eşen D., O. Yıldız, Ş. Kulaç, M. Sarginci, 2006: Controlling *Rhododendron* spp. in Turkish Black Sea Region, Forestry 79(2) 177.–184.
- Galatowitsch, S. M., 2012: Ecological restoration, Sinauer Associates, pp. 630, Sunderland.
- Genç, M., 2012: Silvikültürün temel prensipleri (Principles of silviculture), SDU Orman Fakultesi Yayın No: 44, Isparta (in Turkish).
- Greipsson, S., 2012: Restoration Ecology, Jones & Bartlett Learning, pp. 408, Sudbury.
- Grossnickle, S. C., V. Ivetic, 2017: Direct seeding in reforestation – a field performance review, Reforesta 4 94.–142.
- Güner, T. Ş., C. Öznel, M. Türkkan, S. Akgül, 2019: Türkiye'deki sahil çamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının değişimi (Changes in carbon concentration of tree components for maritime pine plantations in Turkey), Ormancılık Araştırma Dergisi 6(2) 167.–176. (I Turkish with English abstract).
- ISTA (International Seed Testing Association), 1985: International rules for seed testing, Seed Science and Technology, 13 307.–513.
- Jinks, R. L., I. Willoughby, C. Baker, 2006: Direct seeding of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.): The effects of sowing date, pre-emergent herbicides, cultivation, and protection on seedling emergence and survival, Forest Ecology and Management, 237 373.–386.
- Löf M., B. T. Ersson, J. Hjältén, T. Nordfjell, J. A. Oliet, I. Willoughby, 2016: Site preparation techniques for forest restoration, In: Stanturf JA (ed) Restoration of Boreal and Temperate Forests, Second Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, pp 85–102, Boca Raton.
- Monaco, T. J., S. C. Weller, F. M. Ashton, 2002: Weed Science: Principles and Practices, 4<sup>th</sup> Ed., J. Wiley, pp. 688, New York.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü / the General Directorate of Forestry), 2019: Ormancılık İstatistikleri (Forestry Statistics), Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı / the Ministry of Agriculture and Forestry of Turkey, Ankara, <https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> [Accessed on 10.09.2021].
- Radosevich, S. R., J. Holt, C. M. Ghersa, 2007: Ecology of weeds and invasive plants, Relationship to agriculture and natural resource management, 3<sup>rd</sup> Ed, John Wiley and Sons, Inc., pp. 454, New York.
- Rolando, C. A., M. S. Watt, C. Todoroki, D. Henley, A. Leckie, 2017: Herbicide options
- for managing competitive vegetation during the establishment of *Pinus radiata* and
- *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* in Southland, New Zealand, New Zealand Journal of Forest Science 47 1.–13.
- South, D. B. 2000: Tolerance of Southern Pine Seedlings to Clopyralid, Southern Journal of Applied Forestry 24(1) 51.–56.
- Stanley, W., S. M. Zedaker, J. R. Seiler, P. Burch, 2014: Methods for rapid screening in woody plant herbicide development, Forests 5 1584.–1595.
- Swanton, C. J., 2003: Weed ecology in natural and agricultural systems, CABI Publishing, pp. 303, Cambridge.
- Türedi, M., D. Eşen, B. Çetin, 2018: Seed screening of three pine species for glyphosate sensitivity for forest restoration, Plant Biosystems 152(3) 502.–507.
- Vea, E., C. L. Palmer, 2009: IR-4 Ornamental Horticulture Program Clopyralid Crop Safety, Quinoclamine 2005 Summary ([rutgers.edu](http://rutgers.edu)) [Accessed on 09.03.2021].
- Wagner, R. G., M. Newton, E. C. Cole, J. H. Miller, B. D. Shiver, 2004: The role of herbicides for enhancing forest productivity and conserving land for biodiversity in North America, Wildlife Society Bulletin, 32 (4) 1028.–1041.
- Watt, M. S., C. A. Rolando, 2014: Alternatives to hexazinone and terbutylazine for chemical control of *Cytisus scoparius* in *Pinus radiata* plantations in New Zealand. Weed Research, 54(3) 265–273.
- Willoughby, I., R. L. Jinks, V. Stokes, 2006: The tolerance of newly emerged broadleaved tree seedlings to the herbicides clopyralid, cycloxydim, and metazachlor, Forestry 79(5) 599.–608.
- Yıldız, O., E. Altundağ, B. Çetin, T. Güner, M. Sarginci, B. Toprak B., 2018: Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 190(6) 355. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6724-1>.
- Zedaker, S. M., J. R. Seiler, 1988: Rapid primary screening for forestry herbicides. In: J.H. Miller (ed), Proceedings of the 5<sup>th</sup> Biennial Southern Silviculture Research Conference, pp 34–352, Memphis.

## SAŽETAK

Crni bor (*Pinus nigra* J. F. Arnold), primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton), obični bor (*Pinus sylvestris* L.), i brucijski bor (TRP, *Pinus brutia* Ten.) su ekološki i ekonomski važne četinjače u mediteranskom području, a posebno za tursko šumarstvo. Obično se koriste za regeneraciju i sanaciju degradiranih eko sustava u Turskoj. Korovske biljke su u kompeticiji sa sadnicama drveća jer im oduzimaju vlagu, hranjive tvari i sunčevu svjetlost, što može značajno smanjiti rast i razvoj sadnica. Herbicidi se u praksi

koriste za učinkovitu i isplativu kontrolu korova jer smanjuju troškove u usporedbi s ostalim metodama njihovog suzbijanja. Brzo skeniranje herbicida za sjeme omogućuje skeniranje herbicida sigurnih za uzgoj uz znatno niže troškove i u vrlo kratkom vremenu u usporedbi s dugotrajnim pokusima na terenu. Klopiralid je sustavni herbicid koji se koristi za zaštitu sadnica istraživanih borova od konkurentne vegetacije. U ovom istraživanju, fitotoksičnost klopiralida je istražena uz pomoć testa za brzo skeniranje herbicida za sjeme kako bi se usporedila njegova primjena kod kljanja sjemena te radi utvrđivanja sigurne doze. Klopiralid nije bio fitotoksičan niti za jednu vrstu bora pri niskim dozama (npr., <2%, v:v), ali se osjetljivost borova na herbicid povećala s većom dozom, posebno ako su doze bile veće od 3 %. Klopiralid je smanjio brzinu kljanja u visokim dozama. Ovaj herbicid se može koristiti u manjim dozama za degradirana i rasadnička mjesta na kojima se koristi sjetva sjemena kao glavna metoda sanacije i regeneracije sastojina. Preporučena je također i potvrda rezultata s terena.

---

**KLJUČNE RIJEČI:** šuma, šumski rasadnik, osjetljivost na herbicide, pregled sjemena, kontrola korova



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

**Javne ovlasti Komore:**

- vodi imenik ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije,
- daje, obnavlja i oduzima licencije (odobrenja) pravnim i fizičkim osobama za obavljanje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- utvrđuje profesionalne obveze članova i njihovo obavljanje u skladu s kodeksom strukovne etike,
- provodi stručne ispite za ovlaštene inženjere,
- drugi poslovi koji su utvrđeni kao javne ovlasti.

Akti koje Komora izdaje u obavljanju javnih ovlasti, javne su isprave.

**Ostali poslovi koje obavlja Komora:**

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa 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 posizanje 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.

# ANALIZA UČINKOVITOSTI FEROMONA *TRYPOWIT* ZA ULOV POTKORNJAKA *TRYPODENDRON LINEATUM* U BOSNI I HERCEGOVINI

## ANALYSIS OF THE EFFICACY OF PHEROMONE Trypowit FOR CATCH OF *Trypodendron lineatum* IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Osman MUJEZINOVIĆ<sup>1</sup>, Kenan ZAHIROVIĆ<sup>2</sup>, Mevaida MEŠAN<sup>3</sup>, Sead IVOJEVIĆ<sup>1</sup>, Mirza DAUTBAŠIĆ<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Provedenim istraživanjem analiziran je ulov crnogoričnog ljestvičara *Trypodendron lineatum* na području srednje Bosne. Prikupljanje podataka o brojnosti insekata vršeno je u mješovitim šumama bukve i jele (sa smrekom), sekundarnim šumama jele i smreke i šumskim kulturama četinjača u kojima je dominantna smreka. Istraživanje je provedeno tijekom 2020. godine, a korišteno je 20 naletno barijernih feromonskih klopki tipa Teysohn® za testiranje učinkovitosti feromonskog atraktanta *Trypowit*. Prosječan ulov potkornjaka *T. lineatum* za I brojanje je najveći u šumskim kulturama četinjača u kojima je dominantna smreka (792.00 jedinki), za II i III brojanje u mješovitim šumama bukve i jele (sa smrekom) (1444.44 jedinki i 1033.33 jedinki). Utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika u ulovu potkornjaka *T. lineatum* tijekom III brojanje u zavisnosti od tipa šuma u kojima se nalazila smreka. Naime značajno veći ulov insekata zabilježen je u klopkama postavljenim u mješovitim šumama bukve i jele (sa smrekom) a iste su bile u blizini stovarišta, kao i mjestima s prisutnim drugim drvnim ostacima u odnosu na klopke koje su se nalazile u drugim tipovima šuma.

**KLJUČNE RIJEČI:** crnogorični ljestvičar, *Trypodendron lineatum*, srednja Bosna, tip šume, feromonske klopke, mjerenje.

### UVOD INTRODUCTION

Prema preliminarnim podacima Druge inventure šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini šume i šumsko zemljište rasprostiru se na 3.231.500 ha, što je oko 60% njene ukupne površine. U strukturi šuma i šumskih zemljista visoke šume zastupljene su na oko 51% ukupne površine šuma, panjače na oko 39%, šikare na 4% te goleti i čistine sudjeluju na oko 6% (Lojo i drugi, 2011). Niz različitih

negativnih pojava vezanih uz štete koje nastaju uslijed: sunčenje šuma, štete i nestanak šuma nakon požara, napadi raznih štetnika, jaki vjetrovi te u najnovije vrijeme promjenjene klimatske prilike, ističu potrebu unapređenja zaštite šuma s ciljem poboljšanja njihovog zdravstvenog stanja i kvaliteta, što u konačnici rezultira većom količinom najvrijednijih drvnih sortimenata. Od biotskih čimbenika koji utječu na zdravstveno stanje šuma najvažnije su gljive truležnice i štetni insekti (Zahirović, 2017). Međutim, potkor-

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Osman Mujezinović, Doc. dr. sc. Sead Ivojević, Prof. dr. sc. Mirza Dautbašić, Faculty of Forestry, University of Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. E-mail: osmansfs@yahoo.com, sead\_ivojevic@yahoo.com, mirzad@bih.net.ba

<sup>2</sup> Dr. sc. Kenan Zahirović, Public enterprise „Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona“ d.o.o Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosnia and Herzegovina. E-mail: zahirovic\_kenan@yahoo.com

<sup>3</sup> Mr. sc. Šum. Mevaida Mešan, Šumskoprivredno društvo „Srednjobosanske šume“, 770. slavne brdske brigade bb., 70220 Donji Vakuf, Bosna i Hercegovina, e-mail: mesanmevaida@gmail.com

njaci (Curculionidae, Scolytinae) su najobilnija grupa koja uništava i oslabljuje drveće. Oni su osnovni dio šumske ekosustava, jer započinju razgradnju drveta (Wermelinger, 2004). Prema Wood (1982) ova grupa insekata uzrokuju odumiranje oko 54% svih četinjača. Vrsta *Trypodendron lineatum* Olivier pripada grupi ksilomicetofagnih insekata (Alamouti i dr., 2009). Štete nastaju kada imago inokulira hodnike u drvetu simboličkim gljivama ambrozije, kojima se hrane mlade larve i imaga (Lehenberger i dr., 2018). Najčešća gljiva koja dolazi u hodnicima *T. lineatum* je *Ambrosiella ferruginea* L.R. Batra (Alamouti i dr., 2009). Adultne jedinke dalje prenose gljive u hodnike koji se pretvaraju u tamnu boju, uzrokujući redukciju estetskog izgleda drveta. Preradom ovakvog drveta povećavaju se troškovi, a njegova trgovina je zabranjena.

Sekološkog gledišta prugasti drvenari su prvi osvajači mrtvog drveta, koji svojim ubušivanjem omogućuju ulaz saprotrofnim gljivama. Uključeni su u održavanje dinamike sastojina, jer se može smatrati da njihovi napadi iniciraju razgradnju drveta i recikliranje hranjivih materija (McLean, 1985). Novija istraživanja pokazuju da *T. lineatum* na četinjačama uzrokuje značajne štete (Holuša i Lukášová, 2017).

Imago je crne boje, veličina tijela 2,5 – 3,5 mm (slika 1). Prugasti drvenar ostavlja male rupe (1 mm) na stablu koje se mogu otkriti iz bijele piljevine na kori (slika 2) (Park i Reid, 2007; Oranen, 2013). Matični hodnik *T. lineatum* ulazi u dubinu oko 2 cm. Vertikalni hodnici larvi dužine su 4-5 mm, smješteni ispod i iznad matičnog hodnika (Öhrn i dr., 2011). Kopulacija se odvija na površini kore, nakon čega ženke u trupcu formiraju horizontalne hodnike. Nakon toga nastupa inokulacija galerije gljivom ambrozije kojom se hrane larve. Ovipozicija počinje u proljeće u prvih 15 dana nakon izgradnje galerije. Jaja se polažu pojedinačno u kolijevkama (nišama) koje su raspoređene s obje strane matičnog hodnika.

Hodnici su prema obliku ljestvičasti (slika 3) i sastoje se obično od dva horizontalna materinska hodnika, od kojih na gore i na dole idu kratki larveni hodnici. Larve se razvijaju unutar debla (slika 3) u razdoblju od približno dva mjeseca. Njihov razvoj ovisi od klimatskih faktora (Shore i dr., 1987; Jönsson i dr., 2007). Ženke odlažu jaja u ksilemu, a zatim larve stvaraju bočne galerije u kojima se hrane i kasnije prelaze u lutku, pa u stadij imaga. Od sredine do kraja ljeta (od kolovoza do rujna) imaga izlaze iz domaćina i lete do obližnjih šuma u potrazi za mjestima za prezimljavanje.

Korištenje različitih tipova feromonskih klopki i feromona za monitoring i suzbijanje potkornjaka ima dugogodišnju povijest (Bakke 1976; Bakke i dr., 1977; Burzynski i dr., 1981; Regnander i Solbreck 1981; Lindgren 1983; Niemeyer i dr., 1983; Richert i Kohnle 1984; Pernek, 2000; Jurc i dr., 2003; Pernek i dr. 2020.; Bracalini i dr. 2021). Uporabom

ove mjere zaštite šuma populacija potkornjaka se može smanjiti i za 80% (Niemayer i drugi, 1994). Značajan broj naučnih istraživanja posvećen je istraživanju učinkovitosti ulova insekata u zavisnosti od dizajna i strukture klopki (Klimetzek i Francke, 1980; Pernek 2002; Kasumović i dr., 2016). Definiran je način i vrijeme postavljanja feromonskih klopki i atraktanata za kontrolu štetnika *T. lineatum* (Hrašovec 1995).

## MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

Prikupljanje podataka za izradu rada izvršeno je tijekom 2020. godine. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje učinkovitosti feromonskih pripravaka Trypowit na monitoring i suzbijanje štetnika *Trypodendron lineatum* s posebnim osvrtom utjecaja tipa sastojine i drugih sastojinskih faktora na broj uhvaćenih insekata. Za monitoring insekata korštene su naletno barijerne Teysohn® feromonske klopke crne boje (Slika 4).

Istraživanja su provedena na području srednje Bosne i to na dva lokaliteta Travnik i Donji Vakuf (Slika 5).

Ukupno je postavljeno 20 klopki i to 9 na lokalitetu Travnik i 11 Donji Vakuf. Radi realizacije cilja istraživanja odnosno utvrđivanja uticaja sastojinskih i drugih parametara, klopke su postavljene u tri tipa sastojine i to: mješovitim šumama bukve i jеле (sa smrekom), sekundarnim šumama jеле i smreke i šumskim kulturama četinjača u kojima je dominantna smreka.

Na lokalitetu Donjeg Vakufa gdje postavljeno je ukupno 11 klopki, 9 je bilo u mješovitim šumama bukve i jеле (sa smrekom) i dvije klopke u sekundarnim šumama jеле i smreke. Tip šume okarakteriziran kao mješovite šume bukve i jеле (sa smrekom) obuhvaćao je pozicije klopki u blizini stovarišta, kao i dijelova sastojine s oštećenim stablima smreke. Na drugom lokalitetu Travnik postavljeno je 9 klopki i to 4 klopke u sekundarnim šumama jеле i smreke i 5 klopki u šumskim kulturama četinjača u kojima je dominantna smreka.

Klopke su postavljene 27. 04. 2020. godine, te je tijekom trajanja monitoringa zamjena feromona vršena tri puta (15. 05., 15. 06., 15. 07.). Prebrojavanje potkornjaka također je vršeno tri puta (16. 06., 16. 07. i 16. 08.). Dostupnost feromonskih pripravaka bio je ograničavajući faktor pri postavljanju klopki i feromona, kao i njihova zamjena. Postavljanje istih podrazumijevalo je njihovu udaljenost oko 20 m od prvih živih stabala četinjača.

Determinacija i prebrojavanje insekata vršena je pojedinačno za svaku jedinku.

Pri analizi podataka korišten je softver SPSS (ver. 20), te je pored deskriptivne statistike vršeno i testiranje statističke



**Slike 1-4.** *Trypodendron lineatum*, klopka tipa Theysohn za ulov potkornjaka, piljevina na trupcu, hodnični sistem i imago (foto1: Sinanović; foto 3-4: Zahirović)

**Pictures 1-4.** *Trypodendron lineatum*, Theysohn trap for catch of beetles, sawdust on log, hallway system and adult (photo 1: Sinanović; photo 4: Zahirović)



**Slika 5.** Položaj feromonskih klopki u Bosni i Hercegovini, Šumarija Travnik i Donji Vakuf (Google Earth Pro)  
**Map 1.** Position of pheromone traps in Bosnia and Herzegovina, Forestry Office Travnik and Donji Vakuf (Google Earth Pro)

značajnosti prosjeka (ANOVA) i Tukey HSD testa radi utvrđivanja jačine uticaja tipa šume i sastojinskih prilika na brojnost populacije crnogoričnog ljestvičara.

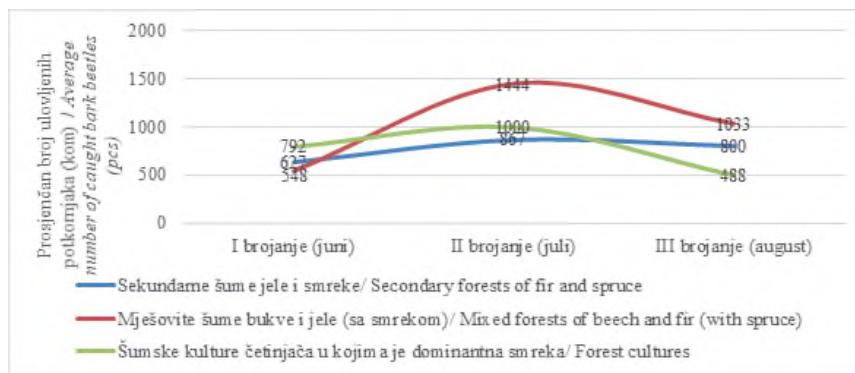
Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlika u ulovu potkornjaka za I, II i III brojanje u zavisnosti od tipa šuma vršeno je testiranje jednostrukom analizom varijanse. Nakon toga primjenjen je i Tukey HSD test radi utvrđivanja jačine uticaja tipa šume na III brojanje potkornjaka *T. lineatum*.

## REZULTATI

### RESULTS

Slika 6 prikazuje ulov potkornjaka *T. lineatum* za sva tri brojanja.

U cilju analize tipa šume na broj ulovljenih jedinki *T. lineatum* provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. U Tablici 1 prikazana je aritmetička sredina i stan-



**Slika 6.** Broj ulovljenih potkornjaka *T. lineatum*

Figure 6. Number of caught bark beetles *T. lineatum*

**Tablica 1.** Aritmetička sredina i standardna devijacija za I, II i III brojanje potkornjaka za različite tipove šuma

Table 1. Arithmetic mean and standard deviation for I, II and III bark beetle counts for different forest types

Tip šume / Type of forest		I brojanje	II brojanje	III brojanje
Sekundarne šume jele i smreke/ Secondary forests of fir and spruce	Mean	626.67	866.67	800.00
	N	6	6	6
	Std. Deviation	141.374	273.52	316.228
Mješovite šume bukve i jele (sa smrekom)/ Mixed forests of beech and fir (with spruce)	Mean	547.78	1444.44	1033.33
	N	9	9	9
	Std. Deviation	260.374	719.568	335.41
Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka/ Forest cultures	Mean	792.00	1000.00	488.00
	N	5	5	5
	Std. Deviation	160.997	346.41	208.614
Ukupno/Total	Mean	632.50	1160.00	827.00
	N	20	20	20
	Std. Deviation	222.187	578.928	365.356

**Tablica 2.** Analiza varijanse statistički značajnih razlika ulova *T. lineatum* u zavisnosti od tipa šume

Table 2. Analysis of variance of statistically significant differences in *T. lineatum* catches depending on forest type

ANOVA Table						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
I brojanje * Tip šuma / I counting * Type of forest	Between Groups(Combined)	192006.11	2	96003.05	2.188	0.143
	Within Groups	745968.88	17	43880.52		
	Total	937975.00	19			
II brojanje * Tip šuma / II counting * Type of forest	Between Groups(Combined)	1372444.44	2	686222.22	2.335	0.127
	Within Groups	4995555.55	17	293856.21		
	Total	6368000.00	19			
III brojanje * Tip šuma / III counting * Type of forest	Between Groups(Combined)	962140.00	2	481070.00	5.196	0.017
	Within Groups	1574080.00	17	92592.94		
	Total	2536220.00	19			

**Tablica 3.** Višestruka testiranja razlika prosjeka u ulovu potkornjaka *T. lineatum* za III brojanje u zavisnosti od tipa šuma (Tukey HSD)  
**Table 3.** Multiple tests of average differences in catch of bark beetles *T. lineatum* for III counting depending on forest type (Tukey HSD)

Dependent variable	Tip šume / Type of forest (A)	Tip šume / Type of forest (B)	Mean Difference (A-B)	Std. Error	Sig.
III brojanje	Sekundarne šume jele i smreke	Mješovite šume bukve i jеле (sa smrekom)	-233.33	160.37	0.336
	Mješovite šume bukve i jеле (sa smrekom)	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	312.00	184.25	0.236
	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	Sekundarne šume jele i smreke	233.33	160.37	0.336
	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	545.33*	169.72	0.013
	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	Sekundarne šume jele i smreke	-312.00	184.25	0.236
	Šumske kulture četinjača u kojima je dominantna smreka	Mješovite šume bukve i jеле (sa smrekom)	-545.33*	169.72	0.013

(\*) Razlike između ulova potkornjaka *T. lineatum* u zavisnosti od tipa šuma su visoko statistički značajne pri vjerovatnoći 0,05.

dardna devijacija za ulov potkornjaka za I, II i III brojanje u odnosu na različite tipove šuma.

Testirana je nul hipoteza: da ne postoje statistički značajne razlike između prosječnih ulova potkornjaka za I, II i III brojanje u zavisnosti od tipa šuma (pri vjerovatnosti p<0,05). Rezultati provedene analize prikazani su u tablicama 2 i 3.

Provedenom statističkom analizom je utvrđeno da postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *T. lineatum* za III brojanje u zavisnosti od tipa šume pri vjerovatnosti p<0,05. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *T. lineatum* za I i II brojanje u zavisnosti od tipa šume.

Prema Tukey HSD testu utvrđena je razlika u prosječnim ulovima potkornjaka *T. lineatum* za III brojanje između mješovitih šuma bukve i jеле (sa smrćom) i šumskih kultura.

## RASPRAVA DISCUSSION

Provedenim istraživanjima za potrebe ovog rada utvrđivana je brojnost *T. lineatum* u šumama smreke na području srednje Bosne. Fokus istraživanja bio je analiza utjecaja tipa šume i drugih sastojinskih parametara klopke na brojnost insekata.

Prema rezultatima istraživanja (Slika 6, Tablica 1), utvrđen je najveći broj jedinki crnogoričnog ljestvičara u toku II brojanja. U cilju analize tipa šume na broj ulovljenih jedinki *T. lineatum* provedeno je testiranje statističke značajnosti razlika prosjeka. U tablici 1 je prikazana aritmetička sredina i standardna devijacija za ulov potkornjaka za I, II i III brojanje u odnosu na različite tipove šuma. Prosječan ulov potkornjaka tijekom I brojanja iznosio je  $632.50 \pm 222.18$  jedinki, II brojanja  $1160.00 \pm 578.92$  jedinki i III brojanja  $827.00 \pm 365.35$  jedinki. Ovim istraživanjem na području istraživanja ukupan broj ulovljenih jedinki po klopci iznosio je od 1.750 – 3.860 jedinki. Prema istraživanjima Holuša i Lukášová (2017) prosječan ulov crnogoričnog ljestvičara uz pomoć feromona *Trypowit* iznosio je  $22.2 \pm 13.6$  jedinki do  $905.6 \pm 256.9$  jedinki, a uz korištenje feromona

*XL Ecolure* 1.132 jedinke po klopci. Osim zaključka učinkovitosti feromona može se utvrditi da je postignut i značajno veći ulov potkornjaka *T. lineatum* koristeći feromon *Trypowit* u odnosu na feromon *Lineatin* i *XL Ecolure*. Također, bitno je istaći da je broj ulovljenih jedinki crnogoričnog ljestvičara u ovim istraživanjem veći u odnosu na podatke iz Češke (Holuša i Lukášová, 2017; Lukášová i Holuša, 2014). Prema Zahradník (2002) kod ulova jedinki većeg od 500 po jednoj klopci smatra se da postoji značajna mogućnost gradacije potkornjaka. Kako je prema rezultatima u ovim istraživanjima brojnost uhvaćenih jedinki značajno veća, sugerira se povećana pozornost pri zaštiti šuma na ovakvim lokalitetima, kao i razmatranje utjecaja drugih mogućih faktora na brojnost.

Ovo istraživanje utvrdilo je kako postoje statistički značajne razlike u prosječnim ulovima potkornjaka *T. lineatum* za III brojanje u zavisnosti od vrsta tipa šume pri vjerovatnosti p<0,05. Statistička značajnost nije utvrđena između prosječnih ulova potkornjaka *T. lineatum* za I i II brojanje u zavisnosti od tipa šume. Prema Tukey HSD testu utvrđena je razlika u prosječnim ulovima potkornjaka *T. lineatum* za III brojanje između mješovitih šuma bukve i jеле (sa smrćom) i šumskih kultura četinjača u kojima je dominantna smreka. Razlog značajno većeg broja ulova *T. lineatum* u šumama bukve i jеле (sa smrćom) u odnosu na druge tipove šume, vjerojatno je pozicija klopke. Ovaj izdvojeni tip šume (blizina stovarišta kao i dijelova sastojine s oštećenim stablima smreke) predstavlja „nišu“ za rast i razvoj populacije ovog insekta.

S obzirom na to da je utvrđena veća brojnost u ulovu *T. lineatum* u odnosu na istraživanja drugih autora, kao i da postoje značajne razlike u ulovu prema pojedinim tipovima šume i karakteristikama sastojine, ne treba odbaciti mogućnost utjecaja i ostalih čimbenika na brojnost potkornjaka. Ovo se posebno odnosi na faktor brojnosti na koje šumsko gospodarstvo kroz redovne aktivnosti u šumama može imati utjecaj (higijena šume, oštećivanje stabala, pravovremeni izvoz drvne mase).

Za integralnu zaštitu šuma od potkornjaka moguća je uporaba feromonskog pripravka *Trypowit*. U idućem periodu

potrebna su dodatna istraživanja o učinkovitosti ovog kao i drugih feromona, u kombinaciji različitih tipova klopki na području Bosne i Hercegovine.

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Osim istraživanjem analiziran je ulov potkornjaka *T. lineatum* u odnosu na različite tipove šuma, pri čemu su korišteni feromoni *Trypowit* te ukupno 20 feromonskih klopki. Šest klopki postavljeno je u sekundarnim šumama jele i smreke, 9 u mješovitim šumama bukve i jele (sa smrekom) i 5 klopki u šumskim kulturama četinjača u kojima je dominantna smreka. Prosječni ulovi potkornjaka *T. lineatum* iznosili su za I brojanje je najveći u šumskim kulturama (792.00 jedinki), za II i III brojanje u mješovitim šumama bukve i jele (sa smrekom) (1444.44 jedinki i 1033.33 jedinki). Utvrđen je statistički značajan utjecaj tipa šume prilikom III brojanja potkornjaka, koji nije utvrđen za I i II brojanje. Uporaba feromona *Trypowit* za monitoring populacije *T. lineatum* u šumama Bosne i Hercegovine preporučuje se kao i feromonski pripravak *Trypowit*.

## LITERATURA REFERENCES

- Alamouti, S.M., Tsui, C.K.M., Breuil, C., 2009: Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. *Mycological Research*, 113(8): 822–835.
- Bakke, A., 1976: Spruce bark beetle, *Ips typographus*: Pheromone production and field response to synthetic pheromones. *Naturwissenschaften*, 63: 92.
- Bakke, A., Frøyten, P., Skattebøl, L., 1977: Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*, 64:98–99.
- Bakke, A., Ö. Austra, H. Pettersen, 1997: Seasonal flight activity and attack pattern of *Ips typographus* in Norway under epidemic conditions. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 33. pp. 253–268.
- Bracalini, M., Croci, F., Ciardi, E., Mannucci, G., Papucci, E., Gestri, G., Tiberi, R., Panzavolta, T. 2021: *Ips sexdentatus* Mass-Trapping: Mitigation of Its Negative Effects on Saproxylic Beetles Larger Than the Target. *Forests*, 12 (2): 175.
- Burzynski, J., Kolk, A., Rodziewicz, A., 1981: O doświadczeniach ze stosowaniem feromonów w ochronie naszych lasów. *Las Polski*, 10:16–17.
- Holuša, J., K. Lukášová, 2017: Pheromone Lures: Easy Way to Detect *Trypodendron* Species (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Res. Soc.*, 19(2): 23–30.
- Hrašovec, B. 1995: Feromonske klopke - suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list* br. 1-2, CIX (1995), 27-31. Zagreb.
- Jönsson, A. M., Harding, S., Bärring, L., Ravn, H.P., 2007: Impact of climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146 : 70–81.
- Jurc D., J. Jošt, M. Jurc, R. Mavšar, D. Matijašić, M. Jonozović, 2002: *Zdravjegozdov - Slovenija 2002. Health of forests - Slovenia 2002.* (in Slovene) Ljubljana, Slovenia: Slovenian Forestry Institute.
- Klimetzek, D., W. Francke, 1980: Relationship between the enantiomeric composition of a-pinene in host trees and the production of verbenols in *Ips* species. *Experientia* 36: pp. 1343 – 1345.
- Lehenberger, M., Biedermann, P.H.W., Benz, P., 2018: Molecular identification and enzymatic profiling of *Trypodendron* (Curculionidae: Xyloterini) ambrosia beetle-associated fungi of the genus *Phialophoropsis* (Microascales: Ceratocystidaceae). *Fungal Ecology*, In press, corrected proof, Available online 7 September 2018
- Lojo, A., B. Balić, T. Treštić, S. Vojniković, Č. Višnjić, A. Čabaravdić, S. Delić, J. Musić, 2011: Druga inventura šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini (preliminarni podaci).
- Lukášová, K., J. Holuša, 2014: Comparison of *Trypodendron lineatum*, *T. domesticum* and *T. laeve* (Coleoptera: Curculionidae) flight activity in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 60 (9): 382–387.
- Lindgren, B. S., 1983: A multiple funnel trap for scolytid beetles (Coleoptera). *Canadian Entomologist*, 115:259–273.
- McLean, J.A., 1985: Ambrosia beetle: a multimillion dollar degrade problem of sawlogs in coastal British Columbia. *Forestry Chronicle*, 61:295–298
- Mihajlović, I.J., 2008: Šumarska entomologija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. pp. 523 – 525.
- Niemeyer, H., Schröder, T., Watzek, G., 1983: Eine neue LockstoffFalle zur Bekämpfung von rinden- und holzbrütenden Borkenkäfern. *Der Forst- und Holzwirt*, 38:105–112.
- Niemeyer H., G. Watzek, J. Ackermann, 1994: Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkäferfallen. *AFZ* 4: pp. 190–192.
- Öhrn, P., Lindelöw, Å., Långström, B. 2011: Flight activity of the ambrosia beetles *Trypodendron laeve* and *Trypodendron lineatum* in relation to temperature in southern Sweden. I/In: 10th IUFRO Workshop of WP 7.03.10 “Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe”, September 20-23, 2010, Freiburg, Germany.
- Oranen, H., 2013: The striped ambrosia beetle, *Trypodendron lineatum* (Olivier), and its fungal associates. Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Forest Sciences, 85 str,
- Park, J.; Reid, M.L., 2007: Distribution of a bark beetle, *Trypodendron lineatum*, in a harvested landscape. *Forest Ecology and Management*, 242: 236–242.
- Pernek, M., 2000: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. *Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko*. 35 (2): 89–100, Jastrebarsko
- Pernek, M., 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopki namijenjenih lovju potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae) Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko, 37 (2002), 1; 61–83.
- Pernek, M., Kovač, M., Lacković, N. 2020: Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae). *Šumarski list*, 7-8: 339-350.
- Regnander, J., Solbreck, Ch., 1981: Effectiveness of different types of pheromone trap sused against *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Sweden. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 54:104–108.

- Richert, K., Kohnle, U., 1984: Zum wirtschaftliche Einsatz von Lockstoff-Fallen zur Borkenkäferbekämpfung. Allgemeine Forstzeitschrift, 39:866–867.
- Shore, T.L., McLean, J.A., Zanuncio, J.C., 1987: Reproduction and survival of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Coleoptera: Scolytidae) in Douglas-fir and Western hemlock logs. The Canadian Entomologist 119: 131-139.
- Wermelinger, B., 2004: Ecology and menagment of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. Forest Ecology and Management, 202. pp. 67-82.
- Wood, D., 1982: The role of pheromones, allomones and kairomones in the host selection and colonisation behavior of bark beetles. Ann. Rev. of Ent. 27, 411-446.
- Zahirović, K., 2017: Uzročnici truleži drveta smrče /*Picea abies* (L.) Karst./ na planini Zvijezda. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu. Doktorska disertacija. str. 1.
- Záhradník, P., 2002: Dřevokaz čárkováný *Trypodendron* (=*Xyloterus*) *lineatum* (Ol.). [Striped ambrosia beetle *Trypodendron* (=*Xyloterus*) *lineatum* (Ol.).] Lesnická práce, 8 (Supplementum); I–IV.

## SUMMARY

The research analyzed the catch of striped ambrosia beetle in different types of forests in Bosnia and Herzegovina. The research was conducted in the area of central Bosnia, in secondary fir and spruce forests, mixed beech and fir forests (with spruce) and forest crops. The research sample consists of 20 pheromone traps, during which the effectiveness of the pheromone attractant *Trypowit* was tested. The average catch of bark beetles *T. lineatum* for the first measurement is the highest in forest crops (792.00 beetles), for the second and third measurements in mixed beech and fir forests (with spruce) (1444.44 beetles and 1033.33 beetles). Statistical analyzes revealed the existence of statistically significant differences in the catch of *T. lineatum* bark beetles during the III measurement depending on the forest type.

---

**KEY WORDS:** central Bosnia, striped ambrosia beetle, forest type, pheromone traps, measurement.



# RAZVOJ SASTOJINA HRASTA CRNIKE (*QUERCUS ILEX* L.) NA TRAJNIM POKUSnim PLOHAMA NACIONALNOG PARKA BRIJUNI

## DEVELOPMENT OF HOLM OAK (*Quercus ilex* L.) STANDS IN PERMANENT TEST SURFACES OF NATIONAL PARK BRIJUNI

Željko ŠPANJOL<sup>1</sup>, Boris DORBIĆ<sup>2</sup>, Sanja KONČAR<sup>3</sup>, Martina KIČIĆ<sup>4</sup>, Nikola VRH<sup>5</sup>

### SAŽETAK

Područje Brijunskog arhipelaga, zahvaljujući geomorfološko-hidrološkim, klimatskim, prirodnim i antropogenim utjecajima, tvori jedno od malobrojnih očuvanih jadranskih prirodnih, kulturnih i krajobraznih vrijednosti. Na području Velog Brijuna na relativno maloj površini izmjenjuju se elementi više šumskih stanišnih tipova. Antropogeni čimbenik je utjecao na nestanak dijelova šuma sjećom i gradnjom infrastrukture. Drugi čimbenik je prekobrojno stanje divljači na otoku. Iz tih razloga formirane su dvije trajne pokusne plohe za praćenje ekosustava na Velikom Brijunu: jedna u ograđenom prostoru rezidencijalnog parka Bijele vile (br. 57) i druga u slobodnom prostoru u predjelu Mrtvi vrh (br. 56).

Istraživanje na kojemu se temelji ovaj rad provedeno je u svibnju 2017. godine na obje trajne pokusne plohe, u sklopu čega su analizirana vegetacijsko-ekološka i strukturna obilježja tih sastojina. Dobiveni rezultati uspoređeni su s posljednjom cjevitom izmjerom istih ploha iz 1988. godine. Na temelju obrađenih podataka utvrđene su velike razlike između mjerenih površina. Floristička slika dalje produbljuje razlike između ova dva lokaliteta. Na trajnoj pokusnoj plohi 56 gotovo uopće nema sloja grmlja, dok su na pokusnoj plohi 57 isti izrazito razvijeni. Nadalje, osim flornog osiromašenja na TPP 56 treba napomenuti i nemogućnost prirodnog pomlađivanja sastojine, dok je na TPP 57 evidentiran gust ponik i pomladak. S obzirom na mjerene elemente strukture sastojine 1988. i 2017. godine, sastojina na TPP 57 prirodno se razvija i raste dok je sastojina na TPP 56 zbog velikog utjecaja divljači u fazi regresije i degradacije.

Ponajprije je potrebno na dijelu otoka smanjiti broj alohtone divljači i svesti njegov broj na održivost staništa. Površinu TPP 57 i okolno područje zaštiti kao posebni rezervat šumske vegetacije i provoditi mjere u okviru te kategorije zaštite.

**KLJUČNE RIJEČI:** NP Brijuni, šumka vegetacija, struktura sastojine

### UVOD

#### INTRODUCTION

Područje Brijunskog arhipelaga, zahvaljujući geomorfološko-hidrološkim, klimatskim, prirodnim i antropogenim

utjecajima, tvori jedno od malobrojnih očuvanih jadranskih prirodnih, kulturnih i krajobraznih vrijednosti. Otočje je formirano tijekom milijuna godina djelovanjem geoloških procesa, prirodni resursi očuvani su, a krajobraz je formiran ljudskim radom kroz povijest.

<sup>1</sup> Dr. sc, redoviti profesor u trajnom zvanju, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetosimunska c. 25, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska,  
\*E-mail: [zespanjol.rab@gmail.com](mailto:zespanjol.rab@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. sc, docent, viši predavač, Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22 300 Knin, Republika Hrvatska, E-mail: [bdorbic@veleknin.hr](mailto:bdorbic@veleknin.hr)

<sup>3</sup> Mag. ing. silv., Zagreb, Republika Hrvatska

<sup>4</sup> Mag. ing. silv., asistent, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko, Republika Hrvatska, E-mail: [martinak@sumins.hr](mailto:martinak@sumins.hr)

<sup>5</sup> Mag. ing. silv., pripavnik, Hrvatske Šume d.o.o. UŠP Buzet, Naselje Goričica 2 52 420 Buzet, Republika Hrvatska, E-mail: [nikola.vrh@gmail.com](mailto:nikola.vrh@gmail.com)

Godine 1948. Zemaljski zavod za zaštitu prirodnih rijetkoštiju NR Hrvatske pod brojem 196/48. arhipelag stavlja pod zaštitu Odlukom o proglašenju Brionskih otoka zaštićenom prirodnom rijetkošću. Svo to vrijeme Brijuni zadržavaju status ekskluzivnog prostora namijenjenog isključivo korištenju političke elite. Proglašenjem Brijuna Nacionalnim parkom 1983. godine, gubi se dio tog ekskluzivnog karaktera i u travnju 1984. godine na otoče stižu prvi izletnici, iako se dio otoka i danas koristi za rezidencijalne potrebe Predsjednika i Vlade Republike Hrvatske (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

Nacionalni park Brijuni smješten je uz zapadnu obalu Istre, u blizini grada Pule. Od kopna je odijeljen uskim Fažanskim kanalom i obuhvaća 14 otoka i otočića. Današnje granice utvrđene su 1999. godine Zakonom o izmjenama zakona o Nacionalnom parku i spomen području Brijuni (NN 45/99). Ukupna površina svih otoka je oko 7,35 km<sup>2</sup>, a najveći dio, oko 75% pripada otoku Velikom (Velom) Brijunu (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni). Gotovo 80% površine teritorija nacionalnog parka odnosi se na more.

Upravo je sprega prirodnih i antropogenih čimbenika, ključno obilježje koje ga čini integralnom cjelinom identiteta ove zaštićene prirodne vrijednosti, prepoznate i na nacionalnoj razini te sukladno tome jednako i vrednovane. Nacionalnim parkom Brijuni su proglašeni 1983. godine Zakonom o Nacionalnom parku i Spomen području Brioni (NN 46/83 i kasnije dopune) te su zaštićeni i Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara kao spomenik kulture - Kulturni krajolik otočja Brijuni od 29. travnja 2013. Od trenutka implementacije ekološke mreže Europske unije NATURA 2000 putem Uredbe o ekološkoj mreži (NN 124/13, NN 105/15) cijeli Nacionalni park Brijuni vrednovan je kao važno područje za ptice i divlje vrste i stanišne tipove.

S time u vezi je i način upravljanja i očuvanja ovog nacionalnog parka, koji obuhvaća podjednaku brigu o prirodnim ekosustavima kopna i mora, kao i o krajobrazima kulturnopovijesnih kvaliteta nastalih pod ljudskim utjecajem, kako bi se omogućila njihova opstojnost, očuvanost i zaštita prema načelima kategorije zaštite „nacionalni park“. S obzirom da danas ovakvih jedinstvenih područja mora i kopna ima sve manje, Nacionalni park Brijuni možemo promatrati u kontekstu referentnog područja sjevernog Jadrana za praćenje promjena biljnog i životinjskog svijeta te kopnenih i morskih ekosustava općenito.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi trenutno stanje šume hrasta crnike i crnog jasena na pokusnim ploham br. 56 i 57, odnosno nastaviti istraživanje suksesivnog razvoja tih sastojina, međusobno ih usporediti i usporediti ih s prijašnjim istraživanjima 1988. i 1997. godine. Jednako tako, s obzirom da je trajna pokusna ploha (TPP) br. 56 postavljena u slobodnom prostoru i nezaštićena od divljači istraživanje se također usredotočilo na razlike između dviju sastojina, jer je TPP br. 57 ograđena i divljač je ne brsti. S obzirom da

su plohe postavljene u nacionalnom parku, čijim šumama se ne gospodari, već su one izuzete od djelatnosti čovjeka i prepuštene prirodnom razvoju, istraživanjem se želio utvrditi smjer u kojem se prirodna sukcesija razvija.

### Šumska vegetacija – Forest vegetation

Od kopnenih staništa najzastupljenija i najvrijednija su upravo ona šumska. Istražujući biljnogeografsku raščlanjenost Istre, Šugar (1984) Brijunsko otoče definira u eumediterranskoj zoni koju čine šume hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). Na osnovu fitogeografskog raščlanjenja klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske, Trinajstić (1998) Brijunsko otoče svrstava u Mediteransku regiju, Mediteransko-litoralni vegetacijski pojaz i Eumediternu vegetacijsku zonu šuma hrasta crnike (česmine) sveze *Quercion ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936.

Na području Velog Brijuna na relativno maloj površini izmjenjuju se elementi više šumskih stanišnih tipova sveze *Quercion ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936-uz mješovitu šumu i makiju crnike s crnim jasenom (*Fraxino ornata-Quecetum ilicis* Horvatić (1956) 1958) javljaju se i elementi čistih vazdazelenih šuma i makije crnike s mirtom (*Myrto-Quercetum ilicis* (Horvatić 1963) Trinajstić 1985), te na manjim površinama elementi šuma i makije tršlje i vazdazelene krkavine (*Pistacio-Rhamnetum alaterni* Šugar (1985) 1994) koja se inače pojavljuje samo u zapadnoj Istri te na brijunskom i rovinjskom otočju. Nastala je degradacijom šuma hrasta crnike i crnog jasena, u njoj crnica i neke njezine vrste izostaju, a crni je jasen rijedak. Najznačajnije su vrste edifikatori *Pistacia lentiscus* i *Rhamnus alaternus*, te u prizemnom rašču vrste iz submediteranskih travnjaka (Vukelić 2012).

### MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Istraživanje flornog sastava uključivalo je izradu fitocenoloških snimaka na plohi po metodi ciriško-monpelješke škole (Braun-Blanquet 1964). Dvije fitocenološke snimke snimljene su na dvije plohe od 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) unutar svake trajne pokusne plohe. Fitocenološko snimanje obuhvaća popis svih biljnih vrsta u sloju drveća, grmlja i prizemnog rašča koje su uočene i zabilježene na odabranim ploham s pripadajućim vrijednostima za pokrovnost.

Na TPP 57 provedeno je i istraživanje stanja ponika i pomlatka po vrsti drveća i broju, zbog čega su na terenu osnovane privremene pokusne plohe. Rađena je i izmjera ponika i pomlatka po visinskim klasama od 25 cm. Odabrano je reprezentativno 5 pokusnih ploha veličine 5 x 5 m, dakle ukupne površine 125 m<sup>3</sup> (5 x 25 m<sup>2</sup>). Rezultati su prikazani po plohi i po 1 ha.

Nakon terenski prikupljenih podataka pristupilo se matematičko-statističkoj obradi podataka i određivanju osnovnih sastojinskih elemenata te obračunu drvne zalihе sastoj-

jine. Statistička obrada obavila se pomoću programskog paketa Statistica 10. Osnovni sastojinski elementi su broj stabala (N), temeljnica (G) i volumen (V) izraženi po debljinskim stupnjevima i zbirno za svaku vrstu pojedino te ukupno kada se odnose na cijelu sastojinu.

Prikupljeni podaci prepisali su se u Excel 2016 računalni program. Svi izmjereni opsezi pretvoreni su u prsne promjere preko formule za opseg kruga. Dobiveni prsni promjeri grupirani su u debljinske stupnjeve od po 2 cm, na kojima su se zatim izrazili broj stabala po pojedinom debljinskom stupnju, ukupna temeljnica svih stabala u debljinskom stupnju i njihov kumulativni volumen. Ista analiza napravila se za sve izmjerene vrste drveća. Temeljnica sastojine izražava se preko sume površina poprečnog presjeka svakog stabla na prsnoj visini. Površina poprečnog presjeka pojedinog stabla u  $m^2$  izražava se formulom:

$$g = \frac{d^2\pi}{40000}$$

Volumen sastojine šuma je volumena svakog pojedinačnog stabla u njoj. Volumen stabla izražava se u  $m^3$  kao funkcija prsног promjera i visine. Za izradu lokalne tarife poslužile su terenski izmjerene visine. Lokalni volumni nizovi (tarife) za vrste u sastojini izračunate su pomoću Schumacher-Hallove jednadžbe koja glasi:

$$V = b_0 \times d^{b_1} \times h^{b_2} \times f$$

Schumacher-Hallova jednadžba koristi se za određivanje obujma drveta u ovisnosti o prsnom promjeru () i visini stabla (). Parametri , i unaprijed su zadani za pojedine vrste drveća. S obzirom da su u mjerenoj sastojini parametri Schumacher-Hallove jednadžbe poznati samo za hrast crniku (*Quercus ilex* L.), volumen ostalih vrsta drveća na plohi za koje ne postoje parametri izračunao se po istoj jednadžbi supstituirajući parametre hrasta crnike. Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe za hrast crniku (*Quercus ilex* L.):  $=0,000096$ ;  $b_{1=}=1,821$ ;  $b_{2=}=0,795$ ;  $f=1$

Regresijskom analizom izmjerenih visina stabala na trajnoj pokusnoj plohi dobiveni su parametri potrebni za izradu visinske krivulje koja predstavlja odnos visina stabala i njihovih prsnih promjera. Izmjerene visine izjednačene su Mihajlovljevom funkcijom koja glasi:

$$h = b_0 \times e^{\frac{-b_1}{d}} + 1,30$$

Parametri i procjenjeni su metodom najmanjih kvadrata, je prirodni logaritam, a je prsnji promjer stabla. Metoda najmanjeg kvadrata koristi se kako bi se minimaliziralo kvadratno odstupanje izjednačenih od izmjerenih vrijednosti. Analiza sukcesije uključila je florističku analizu i usporedbu struktturnih podataka dobivenih terenskom izmjerom s prikupljenim podacima iz prijašnjih izmjera istih trajnih pokusnih ploha iz 1988. godine.

## REZULTATI I RASPRAVA

### RESULTS AND DISCUSSION

Analizom prikupljenih podataka dobiveni rezultati izraženi su za svaku trajnu pokusnu plohu posebno grafički i numerički. Prikazani su elementi strukture sastojine, prema zaustavljenim vrstama i ukupno, florni sastav i struktura poniha i pomlatka. TPP 56 je nepromijenjena u obje izmjere i površine je 1 ha (100 x 100 m). Zbog specifičnosti terena (staze, infrastruktura) TPP 57 je u izmjeri 1988. godine bila površine 0,78 ha, dok je izmjera 2017. godine obuhvaćala površinu od 0,31 ha. Radi vjerodostojnosti usporedbi, kako je uobičajeno u šumarstvu, rezultati su prikazani za površinu od 1 ha.

#### Obilježja trajne pokusne plohe 56 – Features of permanent experimental plot 56

Promatrajući obilježja trajne pokusne plohe 56 odmah se primjećuju dominantna stabla hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), većinom iz panja i lovora (*Laurus nobilis* L.) koji je manjih promjera od hrasta crnike, no visinski se ugrađuje u etažu crnike. Zamjetan je izostanak sloja grmlja i prizemnog rašča, nedostaju i stabla donje etaže. Ponika i pomlatka uopće nema. Takvo stanje pripisuje se štetnom utjecaju alohtone divljači koja se prenamnožila i predstavlja ugrozu za opstojnost sastojina, kojima je onemogućeno pri-



**Slika 1.** Nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašča na TPP 56 (Foto: S. Končar)

**Figure 1.** A lack of a level of shrubbery and ground cover plants on permanent experimental plot 56 (Foto: S. Končar)



**Slika 2.** Izvaljena stabla na TPP 56 (Foto: S. Končar)

Figure 2. Fallen trees on permanent experimental plot 56 (Foto: S. Končar)

rođno pomlađivanje, a i na starijim stablima su zamjetna oštećenja od rogovlja divljači. Po cijeloj površini pokusne plohe vidljiva su izvaljena stabla crnike i lovora. S obzirom da je ploha na blagom nagibu, uz nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašča, a povrh horizontalno uslojenih vapnenaca i plitkog tla, stabla se vrlo plitko zakorjenjuju i pod utjecajem vjetra izvaljuju. S obzirom na sinergijski učinak navedenih negativnih čimbenika, postoji opasnost od erozije. Nadalje, Markotić (1997) navodi kako je crniku u proljeće 1993. godine napao hrastov zeleni savijač (*Tortrix viridana*), ali bez većih posljedica. Floristički, osim crnike i lovora zabilježena je još i neznatna pojavnost crnog jasena (*Fraxinus ornus L.*) i zelenike (*Phillyrea latifolia L.*). Kako ponika i pomlatka nema njihova struktura po visinskim klasama i vrstama nije ni rađena.

### Strukturni elementi trajne pokusne plohe 56 – Structural elements of permanent experimental plot 56

Izmjerom u svibnju 2017. godine na površini TPP 56 zabilježeno je 497 drvenastih vrsta. Od toga 307 stabala hrasta crnike (*Quercus ilex L.*), 186 stabala lovora (*Laurus nobilis L.*), 3 stabla crnog jasena (*Fraxinus ornus L.*) i jedno stablo zelenike (*Phillyrea latifolia L.*). Prvom izmjerom iz 1988.

godine koja je evidentirala 535 stabala crnike, 1211 stabala lovora, 18 stabala crnog jasena i 7 stabala zelenike, ukupno 1771 stablo, do 2017. godine odumrla su čak 1284 stabla. Markotić (1997) obavio je također izmjerenu strukturnih elemenata na ovoj plohi i evidentirao je 444 stabla crnike, 974 stabla lovora i 15 stabla crnog jasena. Ukupno 1433 stabla na plohi (Tablica 1).

Očekivani sukcesivni tijek išao bi u smjeru smanjenja ukupnog broja stabala uz povećanje volumena i ukupne temeljnice sastojine, međutim to se nije dogodilo na TPP 56 (Tablica 1 i 2). Ukupan broj stabala smanjio se i više od tri puta u jednakom toliko desetljeća, što ne upućuje na prirodno starenje i odumiranje stabala, već na utjecaj nekog negativnog čimbenika koji je to odumiranje pospješio i ubrzao. Jednako tako, prisutan je i nedostatak stabala nižih debljinskih stupnjeva svih evidentiranih vrsta. I Markotić (1997) ističe kako nedostaju donja etaža i pomladak, te da se može kazati kako ovdje ne postoje stabla ispod 4 cm prsnog promjera i visine ispod 4 m. Izostanak donjeg sloja drveća i grmlja kao i ponika autor također pripisuje štetnom utjecaju divljači. Također ističe znatna oštećenja stabla, napose lovora od rogova divljači, što smo i mi evidentirali 2017. godine.

Stoga su se ukupni volumen i temeljnica sastojine zapravo smanjili od 1988. godine. Tada je temeljnica iznosila 30,78 m<sup>2</sup>/ha, a volumen 148,70 m<sup>3</sup>, dok je 2017. godine temeljnica 21,01 m<sup>2</sup>/ha, a volumen sastojine 110,90 m<sup>3</sup>. Markotić (1997) je dobio drvnu zalihu za cijelu sastojinu 195,2 m<sup>3</sup>/ha, što ne odgovara i njegovom evidentiranju smanjenja broja stabala crnike i lovora od prvotne izmjere. Usporedimo li naše izmjere iz 1988. i 2017. godine volumen se smanjio i to za 37,80 m<sup>3</sup>, što upućuje na regresivan sukcesijski tijek. Isto se može uočiti promatramo li obilježja glavnog strukturnog elementa, odnosno hrasta crnike. Temeljnica je 1988. godine iznosila 19,83 m<sup>2</sup>/ha, a volumen 95,14 m<sup>3</sup> (tablica 3). Rezultati ovog istraživanja pokazuju iznos temeljnice od 16,13 m<sup>2</sup>/ha i volumen od 85,66 m<sup>3</sup> (tablica 4). Ukupni volumen hrasta crnike na TPP 56 smanjio se za 9,48 m<sup>3</sup>. Markotić (1997) je dobio drvnu zalihu za crniku vrlo velikih 142,7 m<sup>3</sup>/ha, lovora 51,43 m<sup>3</sup>/ha, crnog jasena 1,09 m<sup>3</sup>/ha (tablica 2).

Iako je i 1988. godine zabilježen manji broj stabala zelenike i crnog jasena, ovim istraživanjem potvrđeno je kako se taj broj dodatno smanjio, što zapravo znači florno osiromašenje zajednice iz koje njezini karakteristični elementi nestaju.

**Tablica 1.** Kretanje broja stabala na pokusnoj plohi 56.

Table 1. The numbers of trees on permanent experimental plot 56

Godina Year	Broj stabala (N/ha) Number of trees (N/ha)				
	<i>Quercus ilex L.</i>	<i>Laurus nobilis L.</i>	<i>Fraxinus ornus L.</i>	<i>Phillyrea latifolia L.</i>	Ukupno – Total
1988.	535	1211	18	7	1771
1997.	444	974	15	-	1433
2017.	307	186	3	1	497

**Tablica 2.** Kretanje volumena na trajnoj pokusnoj plohi 56.

Table 2. The volumes on permanent experimental plot 56.

Godina Year	Volumen stabala (m <sup>3</sup> /ha) Tree volume (m <sup>3</sup> /ha)					Ukupno – Total
	<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.		
1988.	95,14	51,18	0,96	1,43		148,71
1997.	142,70	51,43	1,09			195,20
2017.	85,66	24,52	0,51	0,21		110,90

U Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) stoji da je za odjel 15a broj stabala po hektaru 643, od čega na crniku otpada 315, a lovor 328. Temeljnica za crniku je 16,09 m<sup>2</sup>/ha, a za lovor 5,47 m<sup>2</sup>/ha, što znači da je ukupna temeljnica 21,51 m<sup>2</sup>/ha. Drvna zaliha prikazana je s 107 m<sup>3</sup>/ha crnike i 30 m<sup>3</sup>/ha lovora, što zajedno čini volumen od 137 m<sup>3</sup>/ha. Prirast za crniku je 2,14 m<sup>3</sup>/ha i lovor 0,15 m<sup>3</sup>/ha, što sveukupno čini prirast sastojine od 2,29 m<sup>3</sup>/ha. Dakle analizom cijelokupnog odjela dobiveni su neznatno veći iznosi u broju stabala i volumenu od rezultata

s TPP 56, što potvrđuje reprezentativnost odabira lokacije za tranu pokusnu plohu. Danas je sastojina crnike starosti oko 100 godina.

Meštrović i Laginja (1990) istražujući srednju šumu na dyjema pokusnim plohama na Velikom Brijunu dobili su broj stabala po ha: 456 crnike i 360 lovora, temeljnici od 27,56 m<sup>2</sup>/ha, odnosno 30,90 m<sup>2</sup>/ha, te volumen 221,404 m<sup>3</sup>/ha i 235,57 m<sup>3</sup>/ha. Dakle značajno veće rezultate od novih istraživanja na trajnim pokusnim plohama i rezultata iz Programa gospodarenja. Ti rezultati bi više odgovarali po-

**Tablica 3.** Struktura TPP 56 prema izmjeri 1988.godine

Table 3. The structure of permanent experimental plot 56 in accordance to the measurement in 1988

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI : NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 56 EXPERIMENTAL PLOT: 56											
PREDJEL: MRTVI VRH				POVRŠINA: 1 ha SURFACE: 1 ha											
LOCALITY: MRTVI VRH ODJEL/ODSJEK: 15a SECTION/DEPARTMENT: 15A				DATUM: 1988. god. DATE: 1988. god.											
Debljinski razredi Thickness classes	Quercus ilex L.			Laurus nobilis L.			Fraxinus ornus L.			Phillyrea latifolia L.			UKUPNO – TOTAL		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
4	9	0,01	0,04	74	0,09	0,30	1		0,00				84	0,10	0,34
6	8	0,02	0,09	273	0,77	3,00	1		0,01	1		0,01	283	0,79	3,11
8	12	0,06	0,25	251	1,26	5,52	1	0,01	0,01	1	0,01	0,02	265	1,34	5,81
10	28	0,22	0,98	227	1,79	8,40	6	0,05	0,21				261	2,06	9,59
12	29	0,33	1,51	151	1,71	8,46	4	0,05	0,21	1	0,01	0,05	185	2,10	10,22
14	43	0,66	3,14	113	1,74	8,81	3	0,05	0,21	2	0,03	1,09	161	2,48	13,25
16	52	1,05	4,99	57	1,15	5,87	1	0,02	0,09				110	2,22	10,96
18	63	1,60	7,75	27	0,69	3,54				1	0,03	0,11	91	2,32	11,39
20	72	2,26	10,94	25	0,79	4,08							97	3,05	15,02
22	35	1,33	6,48	3	0,11	0,59				1	0,04	0,16	39	1,48	7,23
24	43	1,95	9,42	6	0,27	1,42	1	0,05	0,21				50	2,27	11,04
26	38	2,02	9,77	3	0,16	0,83							41	2,18	10,59
28	33	2,03	9,80										33	2,03	9,80
30	26	1,84	8,87	1	0,07	0,37							27	1,91	9,23
32	13	1,05	4,98										13	1,05	4,98
34	11	1,00	4,79										11	1,00	4,79
36	7	0,71	3,40										7	0,71	3,40
38	6	0,68	3,23										6	0,68	3,23
40	3	0,38	1,79										3	0,38	1,79
42	2	0,28	1,31										2	0,28	1,31
44													0	0,00	0,00
46	1	0,17	0,78										1	0,17	0,78
48	1	0,18	0,86										1	0,18	0,86
UKUPNO TOTAL	535	19,83	95,14	1211	10,60	51,18	18	0,23	0,96	7	0,12	1,43	1771	30,78	148,70

**Tablica 4.** Struktura TPP 56 prema izmjeri 2017. godine

Table 4. The structure of permanent experimental plot 56 in accordance to the measurement in 2017

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 56 EXPERIMENTAL SURFACE: 56								
PREDJEL: MRTVI VRH LOCALITY: MRTVI VRH				POVRŠINA: 1 ha SURFACE: 1ha								
ODJEL/ODSJEK: 15 a SECTION/DEPARTMENT: 15A				DATUM: 10.5.2017. DATE: 10.5.2017.								
Debljinski razredi Thickness classes	<i>Quercus ilex</i> L. – crnika			<i>Laurus nobilis</i> L. – lovor			<i>Fraxinus ornus</i> L. – crni jasen		<i>Phillyrea angustifolia</i> L. – zelenika		UKUPNO – TOTAL	
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2												
4												
6												
8	1	0,00	0,02	4	0,02	0,05				5	0,02	0,07
10	4	0,03	0,13	7	0,05	0,21				11	0,07	0,34
12	2	0,02	0,08	10	0,10	0,42				12	0,11	0,50
14	9	0,12	0,68	30	0,39	1,89				39	0,51	2,57
16	19	0,34	1,97	29	0,51	2,72				48	0,84	4,69
18	17	0,39	2,16	28	0,64	3,40	1	0,024	0,138	46	1,05	5,70
20	37	1,05	5,85	24	0,69	3,63	1	0,026	0,147	62	1,77	9,63
22	37	1,29	7,09	24	0,84	4,29				61	2,13	11,38
24	21	0,89	4,83	17	0,71	3,68	1	0,039	0,224	1	0,039	0,214
26	27	1,33	7,26	3	0,14	0,75				30	1,48	8,01
28	38	2,15	11,56	3	0,16	0,88				41	2,32	12,43
30	19	1,24	6,56	4	0,25	1,29				23	1,49	7,85
32	24	1,81	9,51	1	0,07	0,37				25	1,89	9,89
34	19	1,62	8,43	1	0,08	0,43				20	1,71	8,86
36	15	1,47	7,59							15	1,47	7,59
38	5	0,53	2,74	1	0,11	0,50				6	0,64	3,23
40	6	0,72	3,66							6	0,72	3,66
42	1	0,13	0,64							1	0,13	0,64
44	2	0,29	1,45							2	0,29	1,45
46	2	0,32	1,63							2	0,32	1,63
48	1	0,17	0,83							1	0,17	0,83
56	1	0,22	1,02							1	c0,22	1,02
UKUPNO:	307	16,13	85,66	186	4,75	24,52	3	0,089	0,509	1	0,039	0,214
										497	21,01	110,90

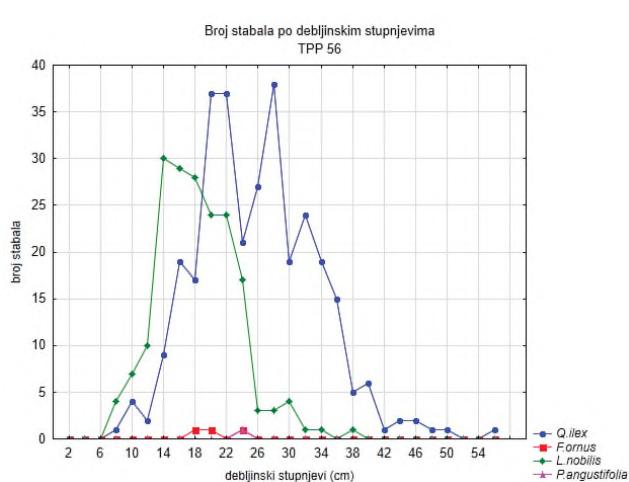
**Slika 3.** Broj stabala po debljinskim stupnjevima na TPP 56 2017. godine

Figure 3. The number of trees in accordance with thickness grades on permanent experimental plot 56 in 2017.

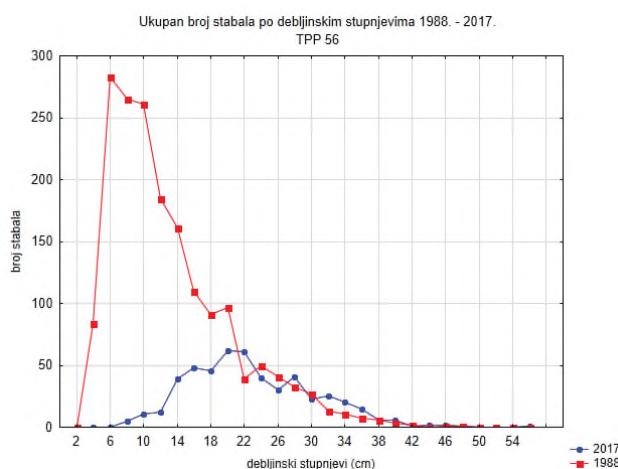
dručju TPP 57, koja je ogradaena i gdje nema utjecaja divljači.

Detaljnija struktura TPP 56 prikazana je u tablicama 3. (izmjera 1988.) i 4. (izmjera 2017.) u nastavku teksta.

Strukturu sastojine čini njezina specifična unutarnja izgrađenost, koja je rezultat nejednolikog razvoja stabala. Zbog genetskih i okolišnih čimbenika stabla se izlučuju i raspoređuju prema debljinskim i visinskim klasama te drugim elementima strukture (Čavlović, 2013). Neki od tih elemenata prikazani su grafički.

Na grafikonu (Slika 3.) je vidljiva dominacija hrasta crnike u gornjoj etaži, dok lovor, s velikim brojem stabala po jedinici površine, čini pomoći dio sastojine. Pojavnost ostalih vrsta je neznatna.

Broj stabala dobar je pokazatelj sukcesije šumske sastojine s obzirom da ukupan broj stabala opada s razvojem sastojine. Usporedbom izmjera na trajnoj pokusnoj plohi br.56



**Slika 4.** Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 56 1988. i 2017. godine

**Figure 4.** A comparison of the total number of trees on permanent experimental plot 56 in 1988 and in 2017

uočava se pad ukupnog broja stabala, što bi upućivalo na pozitivan sukcesivni tijek, no u ovom slučaju, zbog nemoćnosti pomlađivanja, to nije tako i opstojnost sastojine je ugrožena.

Iz grafičkog prikaza na slici 4. jasno je vidljiv taj drastičan pad broja stabala u nižim deblijinskim stupnjevima. Slika 5. pokazuje broj stabala hrasta crnike gdje je vidljivo kako se smanjenje broja stabala odrazilo i na glavnu vrstu drveća, što je negativno povezano ne samo s pomlađivanjem sastojine, već i s opasnošću od vjetroizvala i vjetroloma, te posljedično tome, erozijskim procesima.

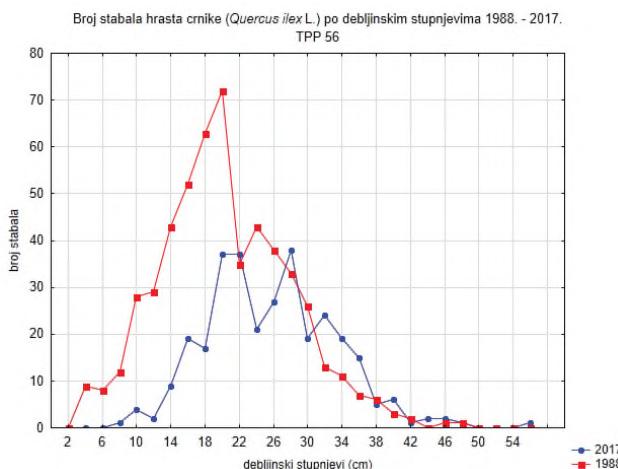
Intenzivno izlučivanje stabala i smanjenje njihova broja, uz rast promjera stabala, rezultat je i rasta stabala u visinu. Prema tome, rast sastojine u visinu nedjeljni je dio slože-

nog razvoja strukture sastojine (Čavlović 2013). Najveći visinski prirast očekivano je kod stabala s manjim prsnim promjerom, dok se dinamika visinskog rasta i prirasta usporava s povećanjem prsnog promjera stabala. Volumen je izvedeni element strukture dobiven na temelju raspodjele stabala prema deblijinskim stupnjevima i volumne tablice (tarife) temeljene na visinskoj krivulji. Volumen se iskazuje prema vrstama drveća, u absolutnome i postotnom iznosu, po jedinici površine i prema ukupnoj površini sastojine (Čavlović 2013).

Ostale drvenaste vrste ne pridonose značajno ukupnom volumenu sastojine na TPP 56 već se ukupni volumen sastojine gotovo pa može izjednačiti s volumenom hrasta crnike.

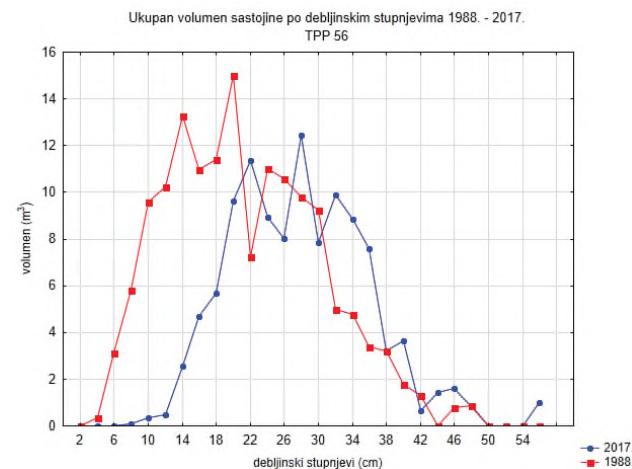
Čavlović (2013) navodi kako je u sastojinama približne teoretske strukture volumen postotno najzastupljeniji u srednjim deblijinskim stupnjevima, a najmanje ga je u najnižim i najvišim deblijinskim stupnjevima. To vrijedi kako za jednodobne, tako i za preborne i raznодobne sastojine. U sastojini na TPP 56 to je naizgled tako, no usporedimo li strukturu drvne zalihe iste sastojine od prije skoro trideset godina i stanje kakvo je danas (kako je prikazano na slici 6.) uočavaju se odstupanja od teoretskog modela razvoja sastojine.

Za istu vrstu drveća (za isti sastav vrsta drveća) na jednakinim stanišnim uvjetima s povećanjem dobi sastojine povećava se iznos drvne zalihe i mijenja njezina deblijinska struktura (Čavlović 2013). Dakle, za proteklo razdoblje od 1988. godine do danas, teoretski model razvoja sastojine predviđa akumulaciju volumena, što se na TPP 56 nije dogodilo. Štoviše, usporedbom rezultata izmjera ustanovljeno je smanjenje ukupnog volumena i smanjenje volumena glavne vrste drveća, hrasta crnike. Razloge takvom stanju treba tražiti



**Slika 5.** Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 56 1988. i 2017. godine

**Figure 5.** Comparison of the number of stable holm oak (*Quercus ilex* L.) at TPP 56 in 1988 and 2017



**Slika 6.** Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 56 1988. i 2017. godine

**Figure 6.** An overview of the structure of stand growing stock on permanent experimental plot 56 in 1988 and in 2017.

**Tablica 5.** Fitocenološke snimke TPP 56.**Table 5.** Phytocenological images of permanent experimental plot 56.

Broj plohe Plot number	TPP 56			
<b>Lokalitet</b> Locality	Mrtvi vrh			
<b>Veličina snimke</b> Image size	400 m <sup>2</sup>			
<b>Sastojina</b> Stand	Šuma hrasta crnike i crnog jasena Forest of holm oak and black ash			
<b>Nadmorska visina</b> Altitude	10 - 15 m			
<b>Izloženost</b> Exposure	SI			
Matični supstrat Parent substrate	Vapnenac Limestone			
<b>Nagib</b> Inclination	-1%			
<b>Datum</b> Date	11.6.1948. 17.2.1988. 8.5.2017. 8.5.2017.			
<b>Pokrovnost</b> Ground cover				
<b>Sloj drveća</b> Tree layer	100%	100%	90%	90%
<b>Sloj grmlja</b> Shrub layer	75%	30%	2%	2%
<b>Prizemni sloj</b> Ground vegetation layer	40%	5%	<1%	<1%
<b>Vrsta</b> Species	<b>Procjena</b> Assessment			
<b>I - Sloj drveća</b> I – Tree layer				
<i>Quercus ilex</i> L.	4	4	3	3
<i>Laurus nobilis</i> L.	1	2	2	2
<i>Fraxinus ornus</i> L.	+	+	+	-
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	-	+	-	-
<b>II - Sloj grmlja</b> II – Layer of shrubs				
<i>Quercus ilex</i> L.	1	1	+	+
<i>Laurus nobilis</i> L.	2	3	+	+
<i>Fraxinus ornus</i> L.	+	+	-	-
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	2	+	-	-
<i>Lonicera implexa</i> Ait.	+	-	-	-
<i>Rosa sempervirens</i> L.	+	-	-	-
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	+	-	-	-
<i>Smilax aspera</i> L.	1	-	-	-
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	+	-	-	-
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1	-	-	-
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	3	-	-	-

Broj plohe Plot number	TPP 56			
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	+	-	-	-
<i>Arbutus unedo</i> L.	+	-	-	-
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	+	-	-	-
<i>Coronilla emeroides</i> Boiss. et Spruner	+	-	-	-
<i>Tamus communis</i> L.	+	-	-	-
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	+	-	-	-
<b>III – Sloj prizemnog rašča</b> III – Low vegetation layer				
<i>Laurus nobilis</i> L.	-	+	+	+
<i>Quercus ilex</i> L.	-	+	+	+
<i>Cyclamen repandum</i> Sm.	-	+	+	-
<i>Fraxinus ornus</i> L.	-	+	+	-
<i>Rubia peregrina</i> L.	-	+	-	+
<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	-	+
<i>Viola</i> sp.				
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	+	-	-	-
<i>Carex distachya</i> Desf.	2	-	-	-
<i>Prunella vulgaris</i> L.	1	-	-	-
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	-	-	-
( <i>Oryzopsis virescens</i> (Trin.) Beck)				
Nova: <i>Piptatherum virescens</i> (Trin.) Boiss.	2	-	-	-
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	1	-	-	-
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	1	-	-	-
( <i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch & Schweinf.)				
Nova: <i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.	1	-	-	-
<i>Viola alba</i> ssp. <i>dehnhardtii</i> (Ten.) W. Becker	2	-	-	-
<i>Bryophyta</i> (Mahovine)	3	-	-	-

u činjenici da, iako stabla tijekom vremena stare i prelaze u više debljinske stupnjeve, sastojina se ne pomlađuje. Jednako tako, na plohi je primijećena velika količina izvaljenih i polomljenih stabala, čiji bi volumen također trebalo ustanoviti.

Meštrović (1989) je u „Smjernicama za gospodarenje u NP Brioni“ istaknuo da se s obzirom na velik utjecaj divljači na razvoj i obnovu šumske vegetacije gospodarske aktivnosti trebaju bazirati na principima da se ne provode никакve intervencije osim sanitarnih sječa, poštivati princip

fizičke zrelosti stabla, a radi osiguranja prirodne obnove šume, takve predviđene površine ograditi na vrijeme od 20 godina, kako bi se onemogućilo divljač uništavati ponik i pomladak.

### **Analiza vegetacije na trajnoj pokusnoj plohi 56 – Analysis of vegetation on permanent experimental plot 56**

Sastojina je panjača, starosti oko 100 godina. U sloju drveća prevladava crnika (*Quercus ilex* L.) visine 13 – 16 m. Sloja nižeg grmlja (do 5 m) gotovo da nema, tek pokoji lovor (*Laurus nobilis* L.). Crnika i lovor su izlučeni u nuzgrednoj (B) etaži stabala. Sloja prizemnog rašča gotovo da nema, pokrovnost je manja od 1%, zbog jako velikog utjecaja divljači. Intenzivno niče lovor iz sjemena i žilja, ali ga već u stadiju ponika brsti divljač. Horvatić (1963), opsežno istražujući vegetaciju našeg primorja napravio je 6 fitocenoloških snimaka na Velikom Brijunu. Uspoređujući njegove lokacije s lokacijama ovog istraživanja, zamjetno je da je on sve snimke radio na lokacijama koje su danas pod velikim utjecajem divljači koja mijenja florističku sliku. Njegove snimke pokazuju potpuni floristički razvoj tih sastojina, po čemu se može zaključiti kako tada nije bilo značajnijeg utjecaja unesenih lovnih vrsta na vegetaciju. Najbliže lokaciji Mrtvi vrh je područje Ciprovac (snimka 11). Autor navodi da je to šuma crnike na skoro ravnoj površini. U sloju grmlja ističe se obilnom nazočnošću *Laurus nobilis*, a u sloju niskog rašča (*Oryzopsis virescens* nov. *Piptatherum virescens*) Snimka je napravljena 11.6.1948. godine. Kako je u radu kategorizacija biljaka izvršena u karakteristične vrste asocijacije, sveze, reda i razreda te diferencijalne i ostale pratilice a ne prema slojevima rasta, mi smo na osnovi bioloških svojstava biljaka rasporedili biljke u visinske slojeve u tablici fitocenoloških snimaka na pokusnoj plohi 56 i na temelju toga subjektivno odredili pokrovnost. Vidimo da prevladava velik broj drvenastih vrsta koje rastu o ovoj zajednici pretežito u sloju grmlja. Horvatić (1963) nije dao precizniji opis same istraživane plohe tako da možemo pretpostaviti da u sloju drveća ima osim crnike (*Quercus ilex* L.) pokoje stablo lovora (*Laurus nobilis* L.) i crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.). Veći broj vrsta u svim slojevima razlog je što u to vrijeme nije bilo utjecaja kasnije unešene alohtone divljači na vegetaciju.

Nomenklatura dviju vrsta iz fitocenološke snimke Horvatić (1963) (*Oryzopsis virescens* (Trin.) Beck) Nova: *Piptatherum virescens* (Trin.) Boiss. i *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch&Schweinf Nova: *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss. Korigirana je prema bazi podataka Flora Croatica (Nikolić 2010).

Skeletnost tla je 60 – 65%. Pločasto uslojeni vapnenci, dosta sitni i tanki, rastresiti, ispod sloja listinca koji je debljine tek 1 – 2 cm čine podlogu na kojoj se crnika jako plitko zakorjenjuje. Žilište i dijelovi korijena kod starih stabala vidljivi

su iznad tla, zbog čega se stabla lako izvaljuju i lome. Sastojina je prepuna izvaljenih i polomljenih debljih stabala crnike i lovora. Neka deblja stabla su prelomljena pa prostrane grane preuzimaju vršni rast. Primjetno je i lošije zdravstveno stanje, posbice lovora. Razlog su znatna oštećenja, lomovi grana i debla koji su preduvjet za daljnji napad entomofaune i gljiva. Takvo stanje sastojine posljedica je velikog utjecaja vjetra, posebno bure koja izvaljuje stabla i lomi grane u krošnji i vrhove stabala.

### **Obilježja trajne pokusne plohe 57 – Features of permanent experimental plots 57**

Trajna pokusna ploha 57 smještena je u ograđenom prostoru unutar rezidencijalnog parka Bijele vile, korisnik kojega je Ured predsjednika Republike Hrvatske i Vlada Republike Hrvatske. To je također područje koje je Prostornim planom Nacionalnog parka Brijuni (NN 45/01) predviđeno zaštititi kao rezervat šumske vegetacije. Iako je utjecaj čovjeka prisutan, građevine su dobro uklopljene unutar šumskog kompleksa, staze su uske i zelenilo je maksimalno sačuvano, te je tako utjecaj čovjeka sveden na minimum. S obzirom da je područje ograđeno žicom, nepristupačno je divljači koja ovdje nije imala utjecaja na vegetaciju. Općenito, ploha je unutar područja bez značajnijih degradirajućih elemenata. Štoviše, upravo su ovo reprezentativne šumske sastojine, najljepše šume hrasta crnike i crnog jasena u svom tipičnom sastavu na Brijunima. Plohu odlikuje visok stupanj prirodnosti, razvijena vertikalna slojevitost, tlo je ispunjeno biljkama koje su od krošnje do tla isprepleteni gusto zavjesom povijušće tetivke (*Smilax aspera* L.) koje plohu čine gotovo neprohodnom. Općenito, sastojina djeluje kompaktno, zatvoreno, gusto, jednoliko i homogeno. Osim hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) od pratećih vrsta dolaze još i crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), širokolisna zelenika (*Phillyrea latifolia* L.), obična planika (*Arbutus unedo* L.), lemprika (*Viburnum tinus* L.) i druge. Markotić (1997) za ovu plohu također navodi znatan broj tipičnih vrsta za ovu zajednicu. Posebno ističe da je drveće od krošnje do tla isprepleteno povijušama tetivkom (*Smilax aspera* L.), skorbutom (*Clematis flamula* L.), sparozinom (*Asparagus acutifolius* L.), božnjim drvcem (*Lonicera implexa* L.), divljom ružom (*Rosa sempervirens* L.), bršljanom (*Hedera helix* L.) te tako sastojinu čini gotovo neprohodnom („zelene zavjese“). Gustim rasporedom, velikim brojem vrsta, dobro razvijenim svim slojevima ova sastojina se prirodno razvija u smjeru konačnog stadija mediteranske vegetacije u svom optimumu. Isto to zaključuje Markotić (1997) ističući da je ova sastojina „konačni stadij mediteranske vegetacije koja se razvija u mikroklimatološkom optimumu“, budući su zastupljeni svi visinski i dobni razredi, od ponika do odraslih stabala. Razlog tomu je što je površina ograđena i nedostupna štetnom djelovanju divljači.



**Slika 7.** Stabla hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57 (Foto: S. Končar)

**Figure 7.** Holm oak trees (*Quercus ilex* L.) on permanent experimental plot 57 (Foto: S. Končar)



**Slika 8.** Tetivka (*Smilax aspera* L.) obrašta stabla od krošnje do tla (Foto: S. Končar)

**Figure 8.** Common smilax (*Smilax aspera* L.) grows on trees from the canopy to the ground (Foto: S. Končar)

### Strukturni elementi trajne pokusne plohe 57 – Structural elements of permanent experimental plots 57

Sastojina crnike i makije gotovo je neprohodna na djelovima u kojoj su uz Bijelu vilu i uz cestu posadene mnoge alohtone vrste (bambus, cedrovi, španjolska jela, čempresi i dr.). Prema Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) stabla crnike su dijelom iz panja, a dijelom iz sjemena. Odsjek je ogradien žicom tako da nema utjecaja divljači na vegetaciju, što omogućuje prirodni rast i razvoj sastojine. Na površini TPP 57 u svibnju 2017. godine zabilježena su ukupno 2634 stabala. Od toga 735 stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), 1487 stabala lovora (*Laurus nobilis* L.), 224 stabala crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.), 175 stabala širokolisne zelenike (*Phillyrea latifolia* L.), 10 stabala lemprike (*Viburnum tinus* L.) i 3 stabala obične planike (*Arbutus unedo* L.). Izmjera iz 1988. godine navodi 2583 drvenastih vrsta: 571 stablo crnike, 299 stabala crnog jasena, 924 stabala lovora, 289 stabala zelenike, 74 stabala lemprike, 355 stabala planike i još k tome 10 stabala velikog vriješa (*Erica arborea* L.), 8 stabala tršljje (*Pistacia lentiscus* L.) i 53 stabala trišljike (*Rhamnus alaternus* L.). Markotić (1997) izmjerom dobiva crnike 1398, lovora 931,

crnog jasena 431, čempresa 66, tršljike 133, zelenike 200, planike 198, što ukupno iznosi 3357 stabala po hektaru. Autor je dobio znatno veći broj crnike i crnog jasena i njegovi podaci nisu u slijedu izmjera 1988. i 2017. godine. Razlog tomu nije nam poznat (tablica 6).

Dakle zabilježeno je 51 stablo više, a razlika u broju vrsta može se opravdati činjenicom da mjerene površine na terenu 1988. godine i 2017. godine nisu u potpunosti istovjetne, zbog specifičnosti terena. Primjećeno je veće povećanje broja stabala lovora, koji se izrazito dobro pomlađuje i dominira u sloju grmlja (do 5 m visine), te veće smanjenje ukupnog broja stabala obične planike. Osim ukupnog broja stabala od kvantitativnih elemenata strukture prikazani su još temeljnica i volumen. Temeljnica je 1988. godine iznosila 33,68 m<sup>2</sup>/ha, a volumen 145,92 m<sup>3</sup> dok je 2017. godine temeljnica 35,30 m<sup>2</sup>/ha, a volumen sastojine 179,45 m<sup>3</sup>. Dakle volumen se povećao i to za 33,53 m<sup>3</sup>, što upućuje na progresivan sukcesijski tijek. Markotić (1997) dobiva vrlo veliku drvenu zalihu za cijelu sastojinu od 328m<sup>3</sup>/ha. Mogući razlog je što je autor radio na plohi od 300 m<sup>2</sup> te je pretvarao na 1 hektar, a isto je upitno da li je njegova izmjera rađena na istovjetnoj lokaciji. Izmjere 1988. i 2017. godine izvršene na istoj lokaciji na površini od 1 ha. Zbog toga je

**Tablica 6.** Kretanje broja stabala na pokusnoj plohi 57.  
Table 6. The numbers of trees on permanent experimental plot 57.

Godina Year	Broj stabala (N/ha) Number of trees (N/ha)											Ukupno Total
	<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Viburnum tinus</i> L.	<i>Erica arborea</i> L.	<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Cupressus sempervirens</i> L.		
1988	571	924	299	74	10	355	289	8	53	-	-	2583
1997	1398	931	431	-	-	198	200	-	133	66	-	3357
2017	735	1487	224	10	-	3	175	-	-	-	-	2634

**Tablica 7.** Kretanje volumena na pokusnoj plohi 57.

Table 7 The volumes on permanent experimental plot 57.

Godina Year	Volmen stabala (m <sup>3</sup> /ha)										Ukupno Total
	Tree volume (m <sup>3</sup> /ha)										
	<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Viburnum tinus</i> L.	<i>Erica arborea</i> L.	<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	
1988	85,55	15,35	12,06	0,50	0,04	21,48	6,06	0,18	1,68	-	145,92
1997	241,95	11,84	32,08	-	-	15,77	11,68	-	10,37	4,79	328,48
2017	149,21	15,05	12,13	0,05	-	0,35	2,69	-	-	-	179,47

vjerojatno autor dobio znatno veći iznos strukturnih elemenata, napose volumena. Slično se može primijetiti na temelju obilježja glavne vrste drveća hrasta crnike. Temeljnica je 1988. godine iznosila 20,11 m<sup>2</sup>/ha, a volumen 88,55 m<sup>3</sup>. Rezultati ovog istraživanja pokazuju iznos temeljnice od 28,81 m<sup>2</sup>/ha i volumen od 149,21 m<sup>3</sup>. Ukupni volumen hrasta crnike na TPP 57 povećao se za 60,66 m<sup>3</sup>. Markotić (1997) za crniku dobiva također neobrašnjivo veliki volumen od 241,95 m<sup>3</sup>/ha. Za lovor dobiva 11,84 m<sup>3</sup>/ha, crni jasen 32,08 m<sup>3</sup>/ha, čempres 4,79 m<sup>3</sup>/ha, tršljike 10,37 m<sup>3</sup>/ha, zelenike 11,68 m<sup>3</sup>/ha i planike 15,77 m<sup>3</sup>/ha (tablica 7).

Iz Programa gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) za predjel Turanj (odjel 24a) naveden je broj od 402 stabla crnike po hektaru, a ostalih vrsta 475, što je ukupno 877 stabala po hektaru. Temeljnica za crniku je 18,04 m<sup>2</sup>/ha, a za ostale vrste 8,07 m<sup>2</sup>/ha, što znači da je ukupna temeljnica 26,11 m<sup>2</sup>/ha. Volumen crnike je 125 m<sup>3</sup>/ha, a ostalih vrsta 43 m<sup>3</sup>/ha. Za cijeli predjel je onda ukupni volumen 168 m<sup>3</sup>/ha. Volumeni prirast za crniku je 2,50 m<sup>3</sup>/ha, a za ostale vrste 0,21 m<sup>3</sup>/ha, dakle sveukupni prirast sastojine je 2,71 m<sup>3</sup>/ha. S obzirom na metodu izmjere pri izradi Programa gospodarenja za GJ Brijuni (2003.-2012.) i totalnu izmjjeru provedenu prilikom ovog istraživanja, podaci su kompatibili, što se vidi iz drvene zalihe (volumena). Prema navedenim elementima strukture sastojine na TPP 57 može se zaključiti kako je ova sastojina u optimumu svoga razvoja i da predstavlja dobro razvijenu srednju šumu, a elementi strukture detaljnije su prikazani u tablicama 8. (izmjera 1988.) i 9. (izmjera 2017.).

Struktura sastojine se ne promatra kao stalna veličina. Postojanje vremenske sastavnice i njezin utjecaj na promjene strukture sastojine posebno su važni. Stanišni uvjeti, prirodna klimatsko-vegetacijska obilježja i razvojni stadiji tijekom vremena stalno doživljavaju dinamične promjene koje su posljedica rasta i izlučivanja stabala, kao i različitih poremećaja (biotičkih, klimatskih). Prikazivanje, utvrđivanje i razmatranje strukture sastojine najčešće se zasniva na krivuljama raspodjele broja stabala po debljinskim stupnjevima, u kojima je zavisna varijabla (os y) broj stabala po hektaru, a nezavisna varijabla (os x) prsnii promjer, odnosno debljinski stupanj (Čavlović, 2013).

Ukupan broj stabala nešto je veći 2017. godine nego što je bio 1988. Tome pridonosi velik broj stabala u nižim debljin-

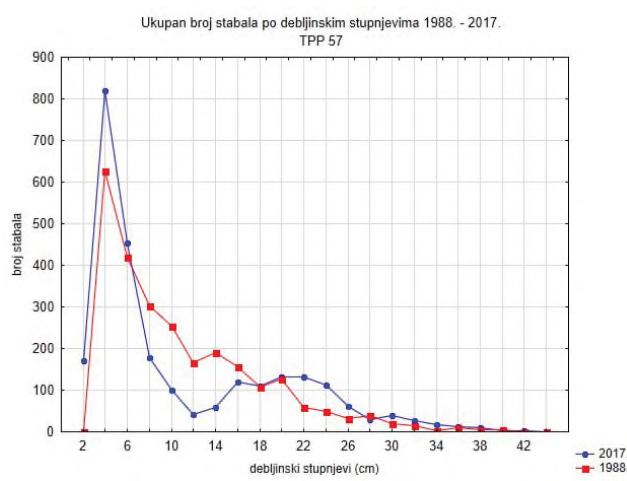
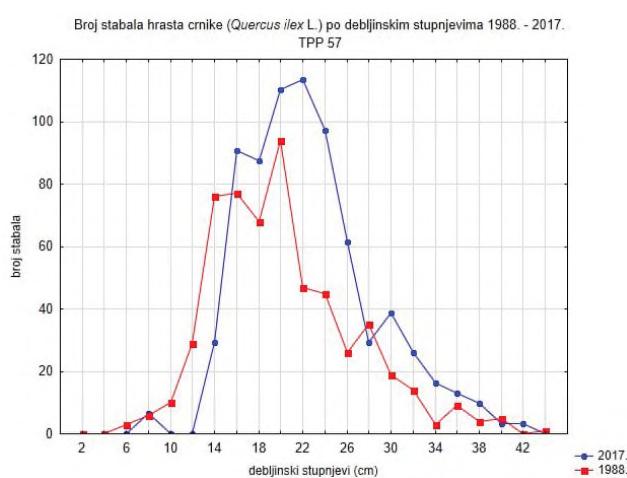
**Slika 9.** Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 57 1988. i 2017. godine

Figure 9. A comparison of the total number of trees on permanent test surface 57 in 1988 and in 2017

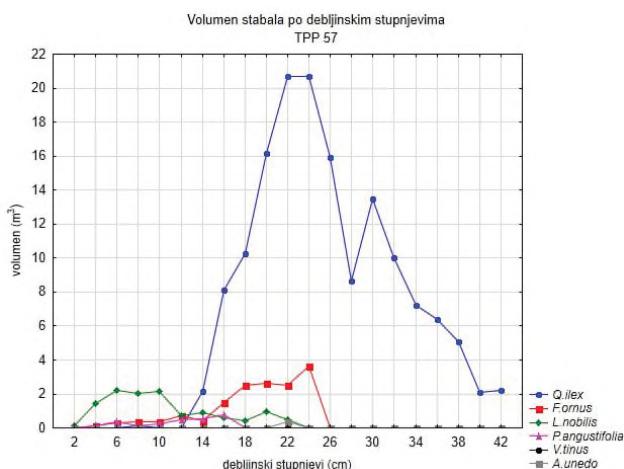
skim stupnjevima, posebice lovora, što utječe na oblik krivulje strukture sastojine koja ima prijelazni oblik (Slika 9). No na slici 10., kako navode Pranjić i Lukić (1986) distribucije prsnih promjera hrasta crnike su unimodalne desno skošene, tipične za jednodobne sastojine crnike i struktura poprima zvonolik oblik.

**Slika 10.** Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57 1988. i 2017. godineFigure 10. A comparison of the holm oak (*Quercus ilex* L.) trees on permanent test surface 57 in 1988 and in 2017

**Tablica 8.** Struktura TPP 57 prema izmjeri 1988.godine

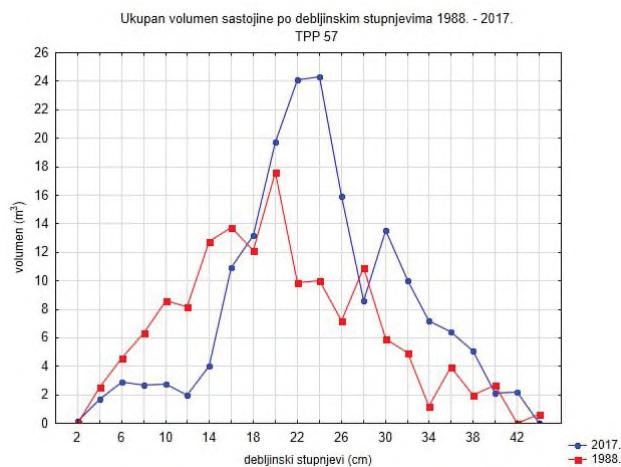
**Table 8.** The structure of permanent experimental plot 57 in accordance to the measurement in 1988

**Tablica 9.** Struktura TPP 57 prema izmjeri 2017. godine  
**Table 9.** The structure of permanent experimental plot 57 in accordance to the measurement in 2017



Slika 11. Prikaz strukture drvne zalihe TPP 57 2017. godine

Figure 11. An overview of the structure of stand growing stock on permanent experimental plot 57 in 2017



Slika 12. Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 57 1988. i 2017. godine

Picture 12. An overview of the structure of stand growing stock on permanent experimental plot 57 in 1988 and in 2017

Sastojinska visinska krivulja kao element strukture pokazatelj je dobi sastojine i kvalitete staništa. Ona za određenu dob sastojine prikazuje stohastičku ovisnost visine stabala o prsnom promjeru (Čavlović 2013). Struktura drvna zalihe sastojine označava raspodjelu drvne zalihe prema vrstama drveća te, posebno, raspodjelu drvne zalihe pojedinih vrsta drveća i ukupne drvne zalihe prema debljinskim stupnjevima ili debljinskim razredima (Čavlović, 2013).

Volumen sastojine na TPP 57 najviše je akumuliran u srednjim debljinskim stupnjevima, dok ga očekivano najmanje ima u najnižim i najvišim debljinskim stupnjevima. Također, ponovno možemo gotovo izjednačiti volumen hrasta crnike na plohi s ukupnim volumenom, ostale vrste pojave ljuju se većinski u sloju grmlja, manjih su dimenzija, tek poneki crni jasen (*Fraxinus ornus* L.) dostiže dimenzije srednjih debljinskih stupnjeva.

Struktura i količina drvne zalihe pojedinih sastojina može se kretati u širokom rasponu, ovisno o sastavu vrsta drveća, bonitetu, dobi i načinu gospodarenja. U jednodobnim sastojinama na iznos i strukturu drvne zalihe utječe dob, bonitet i sastav vrsta drveća (Čavlović 2013). Iz tog razloga na slici 12. prikazan je ukupan volumen sastojine 1988. godine i stanje kakvo je danas.

Iz prikaza strukture drvne zalihe jasno je vidljiva akumulacija volumena kroz vrijeme, odnosno porast volumena s povećanjem dobi sastojine. Danas je veći broj stabala koncentriran oko srednjih debljinskih stupnjeva nego što je to bio 1988. godine i volumen je veći za iznos koji bi okvirno odgovarao volumnom prirastu hrasta crnike za proteklo razdoblje. Uzimajući volumen kao reprezentativan pokazatelj sukcesije lako se iz priloženog da pratiti pozitivan sukcesivni razvoj, ali i značaj hrasta crnike u tom procesu.

### Analiza vegetacije na trajnoj pokusnoj plohi 57 – Analysis of vegetation on permanent test surface 57

Prema Programu gospodarenja za GS Brijuni (2003.-2012.) sastojina unutar rezidencijalnog parka Bijele vile dijelom je nastala iz sjemena, a dijelom iz panja. Sastojina na TPP 57 gusta je, gotovo neprohodna, vertikalno ispunjena u svim slojevima. U sloju drveća najzastupljeniji je hrast crnica, dok je sloj grmlja izrazito bujan i gust, a najviše ima lovora. Sloj prizemnog rašča također je razvijen, uglavnom ga ispunjavaju ponik i pomladak crnike, lovora i drugih vrsta, a pojavljuju se još i bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus* L.), oštrolisna šparoga (*Asparagus acutifolius* L.), tetivka (*Smilax aspera* L.) i druge.

Skeletnost mjerene plohe je zanemariva, vidljiv je tek pojni kamen na površini. No, zamjetni su procesi humifikacije i kao produkt toga debeli sloj listinca od 2 do 5 cm, što omogućuje bujan rast i razvoj vegetacije.

Stabla unutar TPP 57 dobrog su zdravstvenog stanja, bez zamjetnih znakova oboljenja, s obzirom da je cijelo područje ogradieno nema šteta od divljači.

Zbog zamjetnog gustog sloja grmlja i prizemnog rašča istraženo je i stanje ponika i pomlatka i to na način da su se osnovale privremene pokusne plohe unutar površine TPP 57. Osnovano je pet privremenih pokusnih ploha, svaka veličine 5 x 5 m i to tako da se najbolje obuhvate što raznolikiji dijelovi trajne pokusne plohe.

Struktura ponika i pomlatka iskazana je po visinskim klasama od 25 (1-450) cm i po vrstama drveća, a u tablici 11. iskazane su vrijednosti za svaku vrstu drveća posebno, ukupna vrijednost svake klase i svake vrste i vrijednosti po hektaru.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je kako lovora ima zamjetno najviše, zabilježeno je 557 biljaka na pokusnim ploham, odnosno 44 560 biljaka po hektaru, te je prisutan u gotovo svim visinskim klasama. Crnike ima u prve dvije visinske

**Tablica 10.** Fitocenološke snimke TPP 57.

Table 10. Phytocenological images of permanent experimental plot 57.

Broj plohe Plot number	TPP 57		
<b>Lokalitet</b> Locality	Bijela vila (Turanj)		
<b>Veličina snimke</b> Image size	400 m <sup>2</sup>		
<b>Sastojina</b> Stand	Šuma hrasta crnike i crnog jasena Forest of holm oak and black ash		
<b>Nadmorska visina</b> Altitude	15 - 20 m		
<b>Izloženost</b> Exposure	JZ		
<b>Matični supstrat</b> Parent substrate	Vapnenac Limestone		
<b>Nagib</b> Slant	1 - 3 %		
<b>Datum</b> Date	10.2.1988.	9.5.2017.	9.5.2017.
Pokrovnost Ground cover			
<b>Sloj drveća</b> Tree layer	95%	95%	90%
<b>Sloj grmlja</b> Shrub layer	75%	70%	60%
<b>Prizemni sloj</b> Ground vegetation layer	35%	25%	30%
Vrsta Species	Procjena Assessment		
<b>I – Sloj drveća</b>			
I – Tree layer			
<i>Quercus ilex</i> L.	4	4	4
<i>Laurus nobilis</i> L.	2	2	+
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	1	+	-
<i>Fraxinus ornus</i> L.	1	1	+
<i>Arbutus unedo</i> L.	1	-	-
<b>II – Sloj grmlja</b>			
II – Shurbs layer			
<i>Laurus nobilis</i> L.	3	3	3
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	2	2	2
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	2	+	1
<i>Viburnum tinus</i> L.	1	1	+
<i>Arbutus unedo</i> L.	1	-	-
<i>Smilax aspera</i> L.	+	1	1
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	+	+	-
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	+	-	-
<i>Myrtus communis</i> L.	+	-	-
<i>Rosa sempervirens</i> L.	+	-	-
<i>Erica arborea</i> L.	+	-	-
<i>Quercus ilex</i> L.	-	+	1
<b>III – Sloj prizemnog rašča</b>			
III – Low vegetation layer			
<i>Laurus nobilis</i> L.	2	2	2
<i>Arum italicum</i> Mill.	1	-	-
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	1	1	1
<i>Viburnum tinus</i> L.	1	1	+
<i>Brachypodium ramosum</i> (L) R.S.	+	-	-
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	+	+	1
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	+	-
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	+	-	-
<i>Quercus ilex</i> L.	1	1	1
<i>Smilax aspera</i> L.	-	+	+
<i>Fraxinus ornus</i> L.	-	1	1

klase (do 50 cm) što upućuje na dobru klijavost žira. Osim navedenih, zabilježen je još ponik i pomladak crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.), također dominantno u prvim visinskim klasama, i širokolisne zelenike (*Phillyrea latifolia* L.). Ukupno je zabilježeno 1012 biljaka svih vrsta, najviše u prvoj klasi (1-25 cm), odnosno u razvojnog stadiju ponika.

Markotić (1997) na plohi veličine 300m<sup>2</sup> vrši izmjjeru ponika i pomladka ne po visinskim klasama već biljke do 4 cm promjere i jednogodišnji ponik. Od pomladka do 4 cm promjera od ukupno evidentiranih 437 biljaka dominantan je lovor sa 286 biljaka, crni jasen 33, crnika 31. Ostalo čine zelenika, lemprika, veprina, tetivika, bršljan. Ponika je evidentirano 1083, od čega najviše ima lovora 603, crnog jasena 69 i crnike 29 biljaka.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem mogu se upotrijebiti za daljnje mjerjenje i praćenje prirodne obnove šume na TPP 57.

## ZAKLJUČAK

### CONCLUSION

Na oko tri kilometra od istarskog kopna smjestio se Nacionalni park Brijuni, otoče koje se odlikuje očuvanim kopnenim i morskim ekosustavima tipičnim za sjevernojadransko podneblje. Ono što ovaj Nacionalni park čini specifičnim je sprega prirodnih i antropogenih elemenata, među kojima je ostvaran izuzetan sklad. Glavnina spomeničke baštine i najbolje očuvane zajednice šume hrasta crnike nalaze se na najvećem otoku, Velikom Brijunu.

Šuma hrasta crnike i crnoga jasena (As. *Fraxino ornis-Quercetum ilicis* H-ić. (1956) 1958) na hrvatskoj obali je rijetko gdje sačuvana na većim površinama, što ju čini jednom od osobitosti brijunskog otočja. Iz tih razloga formirane su dvije trajne pokusne plohe za praćenje ekosustava na Velikom Brijunu: jedna u ogradištem prostoru rezidencijalnog parka Bijele vile (br. 57) i druga u slobodnom prostoru u predjelu Mrtvi vrh (br. 56).

Istraživanje na kojemu se temelji ovaj rad provedeno je u svibnju 2017. godine na obje trajne pokusne plohe, u sklopu čega su analizirana vegetacijsko-ekološka obilježja tih sastojina. Dobiveni rezultati uspoređeni su sa posljednjom cjelovitom izmjjerom istih ploha iz 1988. godine, a također se mogu upotrijebiti za daljnja buduća praćenja sastojina na ovim plohamama.

Nat temelju obrađenih podataka utvrđene su velike razlike između mjerjenih površina. Za trajnu pokusnu plohu 56, veličine 1 ha, utvrđene su vrijednosti: 497 stabala, ukupne temeljnica 21,01 m<sup>2</sup>/ha i volumena 110,90 m<sup>3</sup>. Istodobno, za trajnu pokusnu plohu 57 ustanovljeni su sljedeći rezultati: 2634 stabla, ukupne temeljnica 35,30 m<sup>2</sup>/ha i volumena 179,45 m<sup>3</sup>.

**Tablica 11.** Struktura ponika i pomlatka po visinskim klasama i vrstama drveća za TPP 57.

Table 11. Structure of seedlings and young trees in accordance with altitude classes and tree species on permanent experimental plot 57

Šumarija: NP Brijuni					Pokusna ploha: 57 Experimental surface: 57	
Predjel: Bijela vila (Turanj) District: Bijela vila (Turanj)		Površina: (5 m x 5 m) x 5 = 125 m <sup>2</sup> Area: (5 m x 5 m) x 5 = 125 m <sup>2</sup>				
Odjel/odsjek: 24a Department: 24a		Datum izmjere: 10.5.2017. Date of measurement: 10.5.2017.				
Visinska klasa (cm) Height class (cm)	<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Ukupno Total	Po ha Per ha
1-25	211	181	324	22	738	59040
26-50	17	6	122	5	150	12000
51-75	-	-	39	2	41	3280
76-100	-	-	16	2	18	1440
101-125	-	-	2	4	6	480
126-150	-	-	4	-	4	320
151-175	-	-	21	2	23	1840
176-200	-	-	14	-	14	1120
201-225	-	-	2	-	2	160
226-250	-	-	5	-	5	400
251-275	-	-	1	-	1	80
276-300	-	-	6	-	6	480
301-325	-	2	-	-	2	160
326-350	-	-	1	-	1	80
351-375	-	-	-	-	-	-
376-400	-	-	-	-	-	-
401-425	-	-	-	-	1	80
Ukupno: Total:	228	189	557	38	1012	80960
Po ha: Per ha:	18240	15120	44560	3040	80960	

Floristička slika dalje produbljuje razlike između ova dva lokaliteta. Na trajnoj pokusnoj plohi 56 gotovo uopće nema sloja grmlja i prizemnog rašča, dok su na pokusnoj plohi 57 isti izrazito razvijeni i bujni, čineći sastojinu teško prohodnom. Nadalje, osim flornog osiromašenja na TPP 56 treba napomenuti i nemogućnost prirodnog pomlađivanja sastojine, dok je na TPP 57 evidentiran gust ponik i pomladak.

Razlog takve različitosti leži u činjenici da je TPP 57 ogradiena i zaštićena od utjecaja divljači, dok je TPP 56 dostupna, ugrožena (obrštena) od prekobrojne visoke divljači. Ona svojim hranjenjem degradira sloj prizemnog rašča, grmlja, ali i donju etažu drveća, zbog čega krošnjama nižih stabala nedostaju donje grane i ona imaju karakterističan kišobranast oblik.

S druge strane, TPP 57 nalazi se unutar područja koje se smatra vegetacijski najvrednijim dijelom brijunskog otočja, koje je predviđeno zaštiti kao rezervat šumske vegetacije. Sastav ovih šuma floristički je mnogo bogatiji, bujniji i vitalniji. Mjereni površina TPP 57 u svom je optimumu, u potpunosti odgovarajući konačnom stadiju mediteranske vegetacije.

S obzirom na mjerene elemente strukture sastojine 1988. i 2017. godine, sastojina na TPP 57 prirodno se razvija i raste, dok je sastojina na TPP 56 degradirana. Osim izloženosti cjelogodišnjoj prekomjernoj ispaši od visoke divljači, primijećen je i velik broj izvaljenih i polomljenih stabala većih dimenzija; pretežito lovora, kao posljedica štetnog djelovanja vjetra.

Pridodamo li takvom stanju nemogućnost prirodnog obnavljanja, nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašča i lošije zdravstveno stanje, jasno je da takvoj sastojini predstoji izumiranje a cijelom području i opasnost od erozije. Kako bi se sastojina zaštitala od takvog ishoda nužno je provesti mjere zaštite.

Ponajprije je bitno smanjiti broj alohtone divljači i svesti njezin broj na održivost staništa i sastojinu privremeno zaštiti ogradom. Površinu TPP 57 i okolno područje zaštiti kao posebni rezervat šumske vegetacije i provoditi mjere u okviru te kategorije zaštite: zabraniti zahvate u prirodnim staništima, ograničiti posjećivanje, omogućiti obilazak

samo po postojećim stazama i u svrhu znanstvenih istraživanja. Osnovno polazište glede namjena šuma unutar zaštićenih područja je osiguranje potrajnosti ekosustava, održavanje općekorisnih funkcija i biološke raznolikosti, produktivnosti, obnavljanja i vitalnosti šuma u svrhu ispunjavanja ekoloških i socijalnih funkcija.

*Rad je nastao u sklopu Projekta: Istraživanje šumskih ekosustava NP Brijuni, 2017. godine. Zahvaljujemo djelatnicima NP Brijuni na suradnji*

## LITERATURA

### LITERATURE

- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde, Wien – New York, Springer.
- Čavlović, J. 2013: Osnove uredivanja šuma, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Horvatić, S. 1963: Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg Primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja, Acta Botanica Croatica, 22: 27-81.
- Javna ustanova Nacionalni park Brijuni: Plan upravljanja (2017. – 2026.)
- Markotić, M. 1997: Istraživanja obnove šuma hrasta crnike (*Orno-Quercetum ilicis*) na otočju Brijuni, Šumarski list, 7-8: 405-414.
- Meštrović, Š. 1989: Smjernice za gospodarenje u NP Brijoni, Zajednica fakulteta i Instituta šumarstva i prerade drva Jugoslavije, sekcija za uređivanje šuma; 8 str.
- Meštrović, Š. i Laginja, R. 1990: Gospodarenje šumama hrasta crnike (*Orno Quercetum ilicis* Br.-Bl.), Glas. šum. pokuse 26: 425-432.
- Nikolić, T., ur. 2010: Flora Croatica, baza podataka. On-line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>), Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, pristupljeno rujan 2020.
- Studija krajobraznog i prostornog identiteta otoka Veli Brijun 2015: Oikon d.o.o., Institut za primjenjenu ekologiju, Zagreb; Arhikon d.o.o. Zagreb
- Pranjić, A. i Lukić, N. 1986: Oblični broj i dvoulazne tablice volumena crnike (*Quercus ilex* L.), Glas. šum. pokuse, posebno izd. br. 2: 169-177.
- Prostorni plan Nacionalnog parka „Brijuni“ (NN br. 45/01)
- Šugar, I. 1984: Novi pogledi na biljni pokrov i biljnogeografsku raščlanjenost Istre, Acta Botanica Croatica, 43: 225-234.
- Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2003: Program gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (NP Brijuni 2003.-2012.). Zagreb.
- Trinajstić, I. 1998: Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske, Šumarski list, 9-10: 407-421.
- Vukelić, J. 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode.

## SUMMARY

The area of the Brijuni archipelago, due to geomorphological-hydrological, climatic, natural and anthropogenic influences, makes up one of a few preserved natural, cultural and landscape values in the Adriatic. In the area of Veli Brijun, there are alternating elements of several forest stand types on a relatively small surface. The anthropogenic factor influenced the disappearance of parts of forests through logging and infrastructure construction. The second factor is excessive numbers of wildlife on the island. Consequently, two test surfaces were formed intended for ecosystem monitoring on the island of Veliki Brijun: one in the fenced area of the residential park of the White Villa (No. 57) and the other in the free space in the area referred to as the Dead Peak (No. 56). The research behind this paper was conducted in May 2017 on both permanent experimental plot within which vegetative-ecological and structural features of these stands were analysed. The obtained results were compared with the most recent previous measurement of the same surfaces conducted in 1988. Based on the processed data, huge differences were identified between the measured surfaces. The floristic aspect further accentuates the differences between the two localities. In the permanent experimental plot No. 56, there is hardly any shrub layer, while in the permanent experimental plot No. 57 the latter is extremely developed. Moreover, in addition to floral scarcity on the permanent experimental plot No. 56 it is important to highlight the impossibility of natural stand regeneration, while on the permanent experimental plot No. 57 dense sprouts and young growth were recorded. Considering the measured elements of stand structure in 1988 and in 2017, the stand in the permanent experimental plot No. 57 develops and grows naturally, while the stand in the permanent experimental plot No. 56 is undergoing a phase of regression and degradation due to a large influence of wildlife. First of all, the numbers of allochthonous wildlife in the specific part of the island need to be reduced to numbers that enable stand sustainability. The permanent test surface No. 57 and the surrounding area need to be preserved as a special forest vegetation reserve and measures need to be implemented within this protection category.

**KEY WORDS:** NP Brijuni, forest vegetation, stand structur

# „Šuma okom šumara“ na naslovnicama Šumarskog lista



Naslovnicu prvoga ovogodišnjeg broja Šumarskog lista kraljiča fotografija sa 16. Bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ s međunarodnim sudjelovanjem. Nakon obilježavanja 250 godina hrvatskoga šumarstva 2015. godine, kada su naslovnice u toj godini predstavljale prikaz povijesti šumarstva, do prošle godine na naslovnicama su bili nastavno-pokusno šumske objekti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i šume u zaštićenim objektima prirode od nacionalnih parkova preko parkova prirode do park-šuma. Zainteresirani čitatelji navedeno mogu provjeriti na adresi <https://www.sumari.hr/sumlist/naslovnice.asp>. Ove godine Uredništvo je odlučilo izabrati fotografije s bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ koje je postalo brend bjelovarskog ogranka HŠD-a. Respektabilan je broj održanih salona fotografije s međunarodnim sudjelovanjem, koji je prošle godine dostigao broj šesnaest, plus šest izložbi fotografija organiziranih na lokalnom nivou bjelovarskog ogranka. Teško da je netko 1998. godine mogao predvidjeti planetarni iskorak ove aktivnosti koja se ogleda u izložbi organiziranoj 2009. godine u Finskoj, 2011. godine u New York povodom Međunarodne godine šuma i 2020. godine u Bruxellesu u Vijeću Europske unije. Iz kolekcije svih salona „Šuma okom šumara“ održanih do 2010. godine odabранo je 50 fotografija isključivo hrvatskih autora koje su danas dio stalnog postava u Svjetskom šumarskom centru u Portlandu, glavnem gradu američke savezne države Oregon.

Iz povelike kolekcije salona tijekom godine prikazat će se doživljaj šume kroz objektiv šumara u razna godišnja doba, razne šumske zajednice i vrste drveća. Prvi dvobroj započinje s fotografijom Igora Vrbanića „Život“ koja prikazuje šumsku vlake i šumara u svakodnevnom šumarskom životu.

# SLAVUJ

## (*Luscinia megarhynchos* Brehm)

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

Opisane su 3 podvrste, a područje Europe nastanjuje nominalna. Naraste u dužinu 16 – 17 cm s rasponom krila do 26 cm, te ima 18 – 27 (39) grama težine. Po veličini tijela možemo ga usporediti s vrapcima od kojih je nešto veći. Spolovi su slični i ne mogu se međusobno razlikovati po boji perja. Prsa bokovi, leđa i krila su mu svjetlo kestenjasto smeđa, grlo i trbuš su bijelo sivi, a rep i trtica su nešto upadljivije crvenkastosmeđe boje. Zbog boje perja koje je neugledno i stapa se s okolinom u kojoj boravi, te svoje plahosti teže ga opažamo. Kljun je sivi, šiljast i duguljast. Oči su velike, tamnosmeđe ili crnaste sa svijetlo smeđim očnim prstenom. Noge su svijetle. Glasa se izrazito melodično noću i rano ujutro, ali i danju s bogatim opsegom i rasponom tonova po čemu je posebno prepoznatljiv kao jedna od ptica s najmelodičnijim pjevom. Često se spominje u narodnim pričama, bajkama, poslovicama, inspiracija je za opere i pjesme, a njegov lik otisnut je i na nacionalnoj kovanici. Najintenzivnije pjeva tijekom razdoblja gniježđenja. Boravi uz rubove listopadnih i mješovitih šuma, šikara, makija, gariga, parkova, vrtova i drugih staništa s grmolikom vegetacijom, ali više preferira područja s nadmorskim visinama do 400 metara i srednjom godišnjom temperaturom zraka oko 14 °C. Nastanjuje veći dio Europe

osim krajnjeg sjevera, te sjevernu Afriku i Aziju do Mongolije. Gnijezdo gradi od mahovine, lišća i ostalih sitnih biljnih vlakana, te ga iznutra oblaže dlakom u grmolikoj vegetaciji neposredno iznad (maksimalno do 30 cm) ili na samom tlu. Gnijezdi od kraja travnja do sredine srpnja. Nese 4 – 5 (6) svijetlo maslinasto smeđih jaja veličine oko 15 x 20 mm. Na jajima sjedi ženka 12 – 14 dana. Mladunci su čučavci o kojima se brinu oba roditelja oko dva tjedna kada napuštaju gnijezdo. Hrani se sitnim insektima i njihovim ličinkama, rjeđe sitnim mesnatim bobičastim plovovima.

U Hrvatskoj je brojan kao selica gnjezdarica i preletnica na čitavom području. Prisutan je od travnja do rujna. Prstene novane ptice u Hrvatskoj tijekom sezone gniježđenja opažane su na istim mjestima tijekom sljedećih godina. Proletna selidba počinje već u ožujku pa do početka svibnja, a jesenska od kraja srpnja do rujna. Europske populacije sele se u širokom pojusu preko Sredozemlja i sjeverne Afrike na zimovanje u podsaharsku Afriku. Selidbeni pravci europskih populacija idu u pravcu prema jugu i jugozapadu.

Slavuj je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Slavuj najčešće boravi i vješto se skriva u niskoj gustoj vegetaciji

# MOTIV DRVETA NA MEĐUNARODNOM KUPONU ZA ODGOVOR

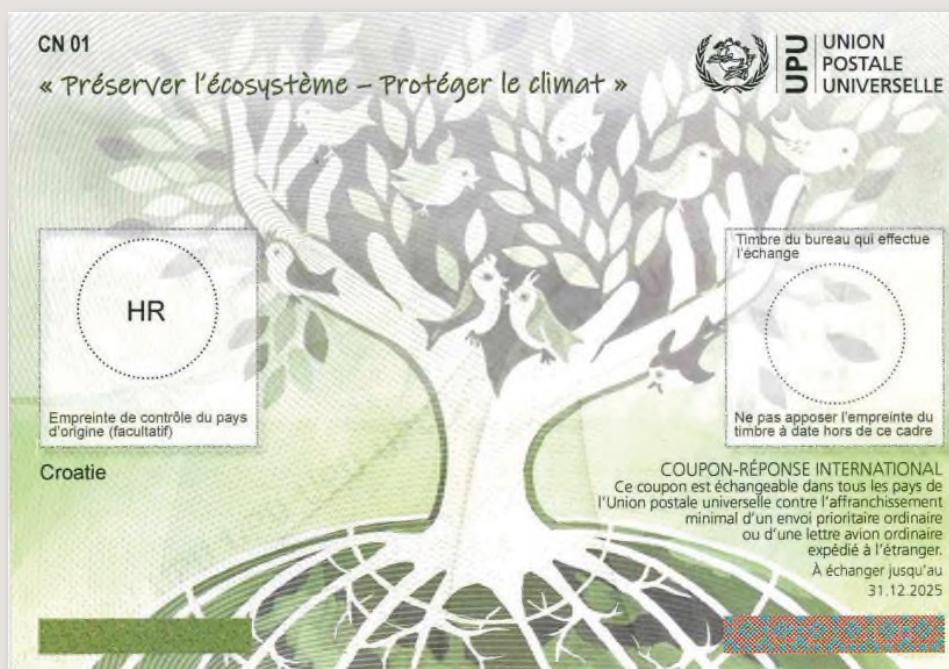
Ivo Aščić, dipl. ing.

Jedna od najstarijih i ujedno najmanjih agencija UN-a, Svjetska poštanska unija (engl. Universal Postal Union, UPU) pod čijim se okriljem nalaze 192 zemlje članice i koje zapošljavaju više od pet milijuna radnika, aktivno se uključila u promoviranje UN-ovih globalnih ciljeva razvoja (engl. Sustainable Development Goals, SDGs), posebice onih koji se odnose na borbu protiv klimatskih promjena i njihovih posljedica. Pod motom "Održivost ekosustava – zaštita klime" (engl. Preserve the Ecosystem – Protect the Climate" dizajniran je novi Međunarodni kupon za odgovor (eng. International Reply Coupon, IRC) i nalazi se u prodaji od 1. siječnja 2022. do 31. prosinca 2025. godine u većini poštanskih ureda zemalja članica UPU-a ili na njihovim internetskim trgovinama. Ovaj kupon nazvan je IRC Abidjan, po najvećem gradu države Obale Bjelokosti (Afrika), gdje je se u kolovozu 2021. održao Svjetski poštanski kongres (engl. Universal Postal Congress) na kojem su donesene, između ostalog, i smjernice glede održivog okoliša i smanjenju ugljičnog dioksida(CO<sub>2</sub>) na području poštanskog sektora za razdoblje do 2025. Naime, UPU-ove članice imaju više od 1,5 milijuna motornih vozila i 600 tisuća poštanskih

ureda te sudjeluju u znatnoj mjeri u zagađenju okoliša. Kupon je namijenjen za plaćanje poštanskih usluga u međunarodnom prometu. Budući da se poštanskim markama ili novčanom valutom jedne države ne mogu plaćati poštanske usluge u drugoj državi, izumljen je međunarodni kupon za odgovor 1906. godine. Koristi se na način da pošiljatelji koji zahtijevaju odgovor od primatelja koji se nalaze u inozemstvu, u pošiljkama primateljima šalju kupone za odgovor. Primatelj kупона u poštanskom uredu svoje zemlje zamjenjuje kupon za poštanske marke ili drugi način označavanja poštarine u visini vrijednosti poštarine za pismo do 50 grama ili dopisnice poslane zrakoplovom u međunarodnom prometu.

Motiv na kuponu je na temelju natječaja među državama članicama nacrtala četrnaestogodišnja djevojčica iz Bjelorusije Valeria Tsimakhavets, a kupon je tiskan je u nakladi od nekoliko milijuna primjeraka od UPU-a. Marketinška vrijednost ovoga kупона s motivom drveta koje je pustilo svoje žile po cijelome svijetu te njegovim stanovnicima, ogleda se u tome što on ima dvostruku promidžbenu vrijednost. Osim velikog broja radnika iz poštanskog sustava,

motiv na kuponu zapazi i pošiljatelj i primatelj, jer pomno njime rukuju. Također, kupon je vrlo vrijedan filatelički souvenir, koji vjerno svjedoči o povijesti o određenom razdoblju. Neizravnu marketinšku poruku "Održivost ekosustava – zaštita klime" koja se prenosi putem IRC-a, minimalno će zapaziti (i detaljno istražiti) desetak milijuna osoba. Ovaj besplatni način promoviranja šume kao vrlo važnog čimbenika za opstanak i razvoj ljudske civilizacije, dat će svoj doprinos u zaštiti, uspostavi i promoviranju održivog upravljanja šumama.



# KOLIČINA I STRUKTURA BIOMASE OBIČNE JELE I OBIČNE SMREKE U IZMIJENJENIM KLIMATSKIM UVJETIMA« (BIOMASSINCHANGE)



Doc dr. sc. Andreja Đuka



Doc dr. sc. Andreja Đuka

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije je početkom 2021. godine potpisao ugovor s Hrvatskom zakladom za znanost o provođenju petogodišnjeg znanstvenog projekta »Količina i struktura biomase obične jеле i obične smreke u izmijenjenim klimatskim uvjetima« (BiomassInChange).

Sušenje šuma u Hrvatskoj sustavno se prati te izvještava od 1987. godine, s početkom sudjelovanja u ICP Forests programu. Procjena oštećenosti šuma obavlja se prema jedinstvenoj metodi propisanoj od ICP Forests, koja je u međuvremenu još dvaput (2006. i 2009.) doradivana i dopunjavana. Stupnjevanje klasa osutosti krošanja jеле po ICP metodologiji smatra da su značajno oštećena stabla ona sa osutosti krošnje iznad 25 %. Obična jela (*Abies alba* Mill.) je ekološki, gospodarski i tradicionalno najvažnija hrvatska četinjača, s oko 35 % udjela u ukupnojdrvnoj zalihi četinjača. Ako se pri gospodarenju ovom vrstom nema u vidu raznovrsnost međudjelovanja svih okolišnih čimbenika, a zahvati pridobivanja drva se obavljaju jednoliko na svim staništima, može se dogoditi da neki drugi čimbenik (klimatski, biotski) do toga trenutka beznačajan, postane na nekim staništima vrlo značajan, odnosno odlučan za razvoj, prirast, uz rast pa i opstanak jеле. Drvna zaliha obične smreke (*Picea abies* (L.) Karsten) u šumama na razini Hrvatske iznosi 13.200.000 m<sup>3</sup>, što znači da je obična smreka zastupljena s 2,4 % u ukupnojdrvnoj zalihi Hrvatske. Od ukupnedrvne zalihe obične smreke na razini Hrvatske, u odnosu na zastupljenost po debljinskim razredima, 46 % nalazi se u razredu > od 50 cm, a 34 % u razredu od 30 do 50 cm. Taj podatak nedvojbeno pokazuje da se 80 % drvnoga volumena nalazi u najvišim debljinskim razredima, što je istodobno za smrekiju vrlo visoka dob te znak da su naše smrekove šume stare i da fiziološki slabe. Ako se pomlađivanje u zajednici bukve i jele odvija u normalnim sastojinskim i stanišnim uvjetima, postotak udjela pionirske smreke u

omjeru smjese relativno je nizak, normalan i poželjan, ipak ako ti uvjeti odstupaju od normalnih, njezin je udio veći. Tako sastojinsko stanje s manjim i većim progalamama i plješinama u sastojini, dovodi do poremećenih odnosa u tlu i na tlu. Dolazi do zakorovljenja, zamočvarenja, nestanka humusa, smanjenja biološke aktivnosti u tlu koje gubi svojstvo šumskoga tla i postaje nesposobno za prihvrat i uspijevanje vrsta koje grade klimatogene zajednice šuma. Značajna osutost krošnja obične jеле (osutost preko 25 %) se u periodu od 2006. do 2016. godine kretala u prosjeku 66,67 %, dok je 2011. godine dostignut maksimum sa 72,48 %. Prema podacima iz 2010. godine 59,3 % je osutih krošnja smreke na cijelome njezinom arealu. Prema podacima Europske agencije za okoliš (EEA) stogodišnji linearni trend povišenja temperature iznosi 0,74 °C te se trenutno nalazimo u dužem sušnom razdoblju koje traje gotovo 30 godina. Vrste drveća poput hrasta, jеле i bukve koje grade klimatogene zajednice šuma, kao i prijelazne vrste poput smreke u promijenjenim stanišnim uvjetima reagiraju fiziološkim slabljenjem. što uzrokuje osutost krošnja, pojavu sekundarnih štetnika i potom sušenje stabala. Značaj šteta od potkornjaka u šumama obične jеле i smreke je iznimno bitan čimbenik, koji može utjecati na povećanje količine biomase i smanjenje kvalitete biomase koju treba pridobiti. Smrekov pisar *Ips typographus* (L.) se smatra najopasnijim kukcem u europskim šumama četinjača. Tijekom druge polovice dvadesetog stoljeća unutar perioda od 50 godina (1950–2000) uzrokovao je odumiranje oko 150 milijuna m<sup>3</sup> smreke u gradacijama nakon nepovoljnih abiotičkih čimbenika. Glavni domaćin smrekovog pisara je obična smreka, najzastupljenija četinjača sjeverne Europe i planinskih područja središnje, južne i zapadne Europe. Na niskim gustoćama populacije smrekov pisar se razmnožava na svježe izvaljenim stablima ili odumirućim stablima, ali ne može kolonizirati svježa zdrava stabla koja su zaštićena učinkovitim i induciranim mehanizmima zaštite. Dugotrajne suše ili vremenske ne-pogode koje se pojavljuju povremeno u vremenu i prostoru, mogu uzrokovati gradacije potkornjaka kao posljedicu slabljenja obrambenih mehanizama smreke ili povećanja populacije potkornjaka do razine kada postaju primarni štetnici i mogu uspješno kolonizirati i ubiti svježa zdrava stabla. Ovakve gradacije traju nekoliko godina, dok ne nestanu stabla



Slika 1 Pokusna ploha na području UŠP Delnice a) ubušivanje *Ips typographus*, b, c i d) materinski hodnici i razvojni stadij kukuljice *Ips typographus*

pogodna za razmnožavanje potkornjaka ili ne prestanu nepovoljni stanišni čimbenici poput suše i stabla ne povrate svoje obrambene mehanizme. Ponekad broj stabala koje ubiju smrekovi potkornjaci tijekom gradacije bude više puta veći od broja stabala koja su stradala od vremenskih nepogoda koje uzrokuju gradaciju potkornjaka, dok s druge strane učinkovito gospodarenje i integrirana zaštita šuma uspješno ograničava povećanje stabala ubijenih od potkornjaka nakon vremenskih nepogoda. Primjer za to je šteta u Slovačkoj nakon vjetroloma 2004. godine kada je oštećeno oko 5.3 milijuna m<sup>3</sup> smreke, što je predstavljalo iznos godišnjeg etata za cijelu Slovačku (razdoblje od 1994.–2003.). U periodu od nekoliko godina populacija potkornjaka doživjela je nagli porast i u razdoblju od 2005.–2010. uništila više od 15 milijuna m<sup>3</sup> smreke koja je odumrla zbog napada potkornjaka. U šumama obične jеле najvažnije četinjače hrvatskog šumarstva, ali i najugroženije vrste čije se sušenje odvija periodički, gradacije potkornjaka su isto značajan biotički čimbenik. Novija jača sušenja jеле događaju se od 2003. godine, posebice u Lici i Gorskem kotaru. Registriran je velik broj sušaca i jak napad jelovih potkornjaka. Gradacije potkornjaka uglavnom su vezane uz tri vrste roda *Pityokteines* koji dolaze u Hrvatskoj: *P. curvidens*, *P. spinidens* i *P. vorontzowi*. Utjecaj na sušenje jеле potkornjaka iz roda *Pityokteines* proučavan je u Gorskem kotaru postavljenjem feromonskih klopki za monitoring, koji se provodio kroz vegetacijske periode od 2004. do 2010. godine. Kroz sedam godina monitoringa jelovih potkornjaka, jasno je utvrđena njihova povezanost s količinom sušaca, pri čemu su najveći ulovi u klopkama utvrđeni između 2005. i 2007. godine.

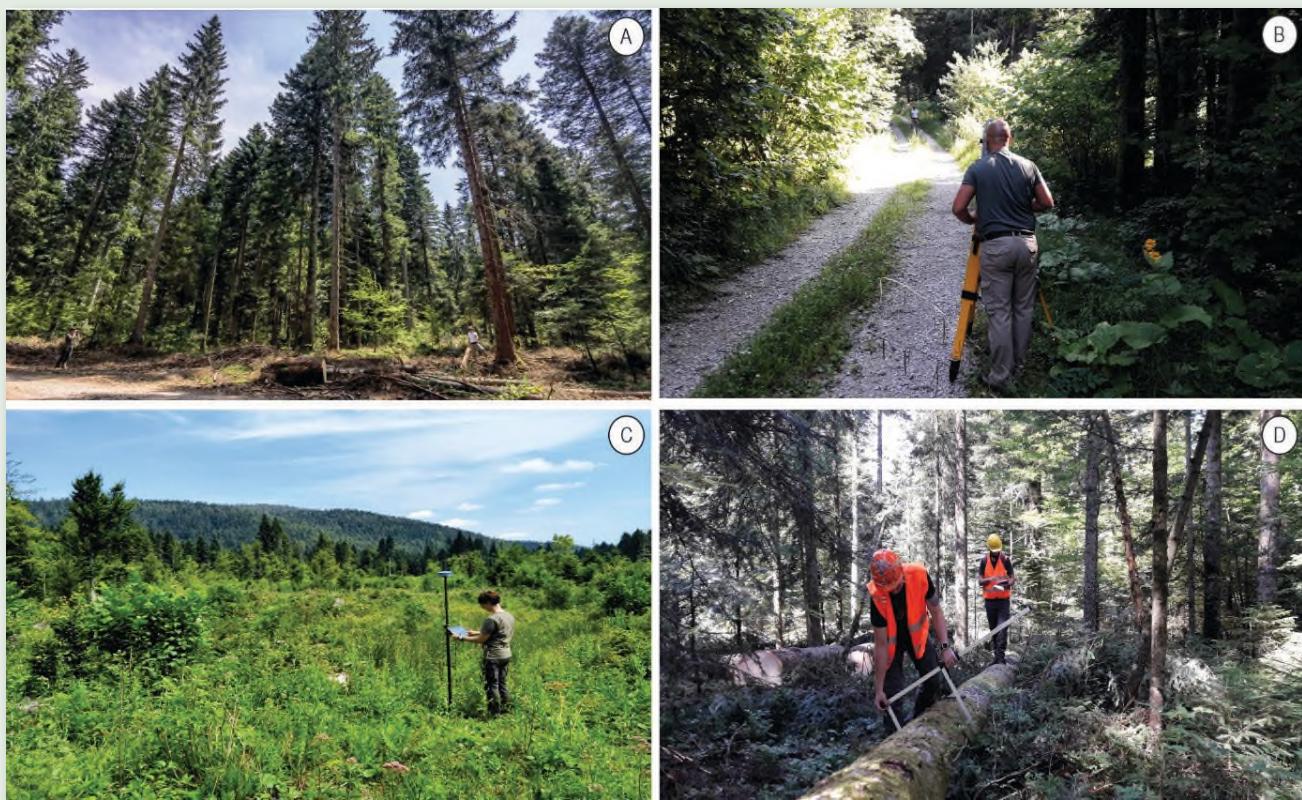
Tih je godina u šumama posjećeno najviše sušaca jеле. Na osnovi izračuna gustoće populacije potkornjaka *P. spinidens* i *P. curvidens* na uzorkovanoj kori, simuliran je biološki potencijal tih kukaca uz primjenu stopne mortaliteta od 70 %, kao najveći mortalitet utvrđen u prethodnim istraživanjima. Budući da je biotički potencijal ovih vrsta potkornjaka izrazito visok, a klimatske prilike se mijenjaju, proizvodnost šumskih sastojina na prvom mjestu je utjecana njihovim zdravstvenim stanjem. Ono može biti narušeno biotskim i/ili abiotskim čimbenicima; međusobnom kompeticijom jedinki, kukcima, negativnim klimatskim pojavama, utjecajem čovjeka itd.

U lancu dobave drva, proizvodnja drvnih sortimenata je jedan od najvažnijih postupaka, jer se pritom odlučuje moguća namjena proizvedenog sortimenta/trupca. S tehničkog gledišta samo određeni kakvočni razredi sortimenata mogu biti korišteni u pojedine svrhe. Bit planiranja operacija pridobivanja drva je održivost potrajnog gospodarenja kroz poštivanje tzv. 5-E načela: ekološki pogodno, ekonomski isplativo, energijski održivo, ergonomski zasnovano i estetski izvedeno. Razvoj regionalnih, praktičnih kriterija i smjernica za povećanje proizvodnosti sustava pridobivanja drva važni su sa gledišta lokalnih potreba, koji će uključivati stalno promjenjiva radna okruženja i izazove koji oni donose. Vrijednost drvnih sortimenata posušenih stabala jеле iz sanitarnih sjeća manja je s obzirom na one proizvedene iz redovitih uzgojnih zahvata u zdravim prebornim sastojinama. Točna informacija o drvnom obujmu stabla predstavlja ulazni podatak od izrazitog značaja u promatranju iskorištenja pri sjeći stabala i izradi drvnih sortimenata. Različiti izvori i metode izračuna obujma stabala

pojavili su se prije više desetaka godina i gdjekad rezultiraju značajnim razlikama. Ipak, kako bi se i u budućnosti moglo reagirati na vrijeme, posebno nakon prirodnih katastrofa i elementarnih nepogodna potrebna je količinska, kakvočna i vrijednosna raščlamba izrađenog drvnog obujma provedene sanitарne sječe stabala nakon kalamiteta. Tehnička oblovina skupni je naziv za sve vrijedne i manje vrijedne sortimente koje nalazimo u krupnomu drvu stabla, a koji imaju neku tehničku primjenu. Svakako je korisno znati udjele tehničke oblovine u obujmu stabla ili sastojine, jer će vrijednost stabla rasti s povećanjem njezinoga udjela, s obzirom na to da tehnički sortimenti po pravilu postižu višu tržišnu cijenu od prostornoga drva. Pravu tržišnu vrijednost oslikat će tek sortimentna struktura obujma krupnoga drva stabala u sječini. Kakvoča stabala cijele sastojine rezultat je djelovanja različitih abiotskih i biotskih čimbenika te ukupni obujam sastojine ne može poslužiti kao osnova za planiranje sječe, izrade i privlačenja drva, a posebice ne kao osnovica za računanje financijskog priliva. Upotrebljivi obujam sastojine varira u širokom rasponu vrijednosti od približno 30 % do 80 % u odnosu na ukupni obujam sastojine, te je distribucija drvnih sortimenata u pojedinim stablima uvjetovana raznolikošću njihova habitusa i pojavnosću grešaka na i u stablu. Propadanje jelovih sastojina, odnosno intenzivno sušenje stabala jele velik je problem u smislu održivog gospodarenja te proizvodnje kvalitetnih drvnih sortimenata iz nacionalnih bukovo-jelovih šuma, što dovodi do razlike između planirane i proizvedene sortimentne strukture, a ujedno i između planiranih i ostvarenih prihoda

proizvodnje. Spomenute razlike idu do te mjere, da su provedeni šumsko-uzgojni radovi pridobivanja drvnih sortimenata na granici isplativosti, odnosno da su neisplativi.

Potražnja za energijskim drvom u porastu je posljednjih nekoliko godina djelomično zbog porasta cijena fosilnih goriva, ali i poticaja Europske unije za korištenjem obnovljivih izvora energije. Sastojinski uvjeti utječu na odabir sječnog sustava, značajke vozila i postupaka pridobivanja drva, neposredno utječu na okolišnu pogodnost i ekonomsku isplativost radova pridobivanja drva. Energijska učinkovitost sustava pridobivanja drva pa tako i pridobivanja šumske biomase uvelike ovisi o terenskim čimbenicima, značajkama vozila i tovara, iskustvu radnika/operatora, ali i mreži prometnica po kojima se vozila kreću. Šumska prometna infrastruktura omogućava izvršavanje različitih zadataka vezanih za gospodarenje šumom, pridobivanje drva, kontrolu i prevenciju šumskih požara i nastanka biološki uzrokovanih šumskih šteta, ali kroz omogućavanje pristupa šumskoj površini šumska je prometna infrastruktura ujedno i jedno od najvećih ulaganja u šumarstvu općenito. Proizvodnja je bio-goriva i proizvoda iz obnovljivih izvora energije trenutno pokretana trima čimbenicima: 1) povećanom potražnjom za fosilnim gorivima, 2) povećanom potražnjom za hranom i 3) povećanjem emisija štetnih stakleničkih plinova. U trenutku kada šumska drvna biomasa, pretežito kao energetska sirovina, postaje glavnim interesom domaćega i inozemnoga tržista, prijeko je potrebno provođenje sustavnih istraživanja o potencijalu ukupne drvne mase stabla odnosno ukupne drvne zabine šuma. Do izračuna nad-



Slika 2 pokusna ploha na području NPŠO Zalesina – mjerjenje udaljenosti stabala, b) snimanje primarne mreže šumskih prometnica, c) mjerjenje pros-tornog rasporeda starih žarišta, d) istraživanje sortimentne strukture obične jele i obične smreke prema HRN i HRN EN normama

zemne biomase stabla, iskazane u masi suhe tvari, moguće je doći vremenski i financijski zahtjevnim metodama na relativno velikom uzorku različitih, komercijalno zanimljivih, vrsta drveća u različitim stanišnim uvjetima. Globalno značenje korištenja šumske biomase je u tome, što se ne povećava bilanca ugljika u okolišu, što pak nije slučaj kod fosilnih goriva. Nadzemna biomasa stabla predmet je istraživanja i objava većeg broja domaćih i stranih autora tijekom zadnja četiri desetljeća.

Štete koje nastaju u posljednjim desetljećima od potkornjaka u Europskim šumama predstavljaju važan ekološki i ekonomski problem. Hrvatsko šumarstvo nije ostalo pošteđeno gradacija potkornjaka nakon vremenskih nepogoda u prebornu gospodarenim šumama. Nove spoznaje koje proizlaze iz ovakvih istraživanja važne su za: 1) utvrđivanje očekivane vrijednosti drvnog obujma pri planiranju šumarskih radnih operacija, 2) raščlambi i uspostavljanju tehnoloških sustava i njihovom neprestanom poboljšavanju i prilagođavanju izmijenjenim klimatskim uvjetima te 3) integriranu zaštitu šuma u takvim uvjetima. Integrirana zaštita šuma isključuje metode zaštite koje su se provodile u prošlosti, a sada su zabranjene prema FSC kriterijima. U posljednjim desetljećima sve je veća zabrinutost za zaštitu okoliša i učinkovita zaštita šuma usmjerenja je na novi pristup zaštiti šuma tzv. integriranoj zaštiti šuma (IPM – *Integrated Pest Management*). Ovakav holistički pristup uzima u obzir sve aspekte šumskih ekosustava i aktivnosti gospodarenja šumama, povezujući ih u ekološki prihvatljivu i ekonomski učinkovitu zaštitu šuma. Osobitosti hrvatskog šumarstva i prebornog načina gospodarenja u smislu raznolikosti šum-

skog ekosustava i očuvanja tla razlikuju nas od ostatka svijeta i Europe. Za razliku od sjeverne i srednje Europe u kojoj potkornjaci uglavnom imaju jednu generaciju godišnje, zbog položaja Hrvatske na jugu areala u našim uvjetima jelovi i smrekovi potkornjaci imaju dvije generacije godišnje, što dodatno jača biološki potencijal i štetnost ovih organizama na šumski ekosustav. Nakon ledene kiše 2014. godine i proglašavanja elementarne nepogode zbog gradacije potkornjaka na području Primorsko-goranske županije 2016. godine ova problematika postaje nacionalno važna, te dolazi do formiranja Operativnih timova za suzbijanje potkornjaka i Naredbe o provedbi mjera za sprečavanje širenja i suzbijanje potkornjaka. U proteklim desetljećima nakon odumiranja velikih površina smrekovih šuma na Velebitu, Lici i u Gorskem kotaru, nije uvijek bilo pravovremene reakcije u sprečavanju i suzbijanju gradacije potkornjaka. U svjetlu klimatskih promjena i šteta koje one donose na šumske ekosustave najšumovitijeg dijela Republike Hrvatske, uspješno suzbijanje gradacija potkornjaka postaje od nacionalnog značaja.

Prijedlog projekta predstavlja interdisciplinarno istraživanje unutar istoga područja, jer obuhvaća pridobivanje drva, šumsku biomasu, otvaranje šuma te integralnu zaštitu šuma. Članovi istraživačke skupine čine osam istraživača sa Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu sa dvaju zavoda, Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije te Zavoda za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, koji će uz pomoć kolega iz javnog poduzeća Hrvatske šume d.o.o, točnije Uprave šuma podružnice (UŠP) Delnice te kolega sa Nastavno pokusnog šumskog objekta (NPŠO) Zalesina stvoriti novu koherentnu istraživačku skupinu.



# Prof. dr. sc. Jozo Franjić (7.01.1966. – 7.11.2021.)

*Prof. dr. sc Željko Škvorc i doc. dr. sc. Daniel Krstonošić*

Dana 7. studenog 2021. godine zauvijek nas je napustio prof. dr. sc. Jozo Franjić. Sve nas je zatekla vijest o njegovom prernom odlasku. Profesor Franjić bio je ugledni znanstvenik, cijenjeni sveučilišni profesor, šumar, lovac, botaničar, prijatelj i veliki čovjek. Želio je i planirao još puno toga ostvariti u znanstvenom i nastavnom pogledu te uživati u plodovima svoga rada u krugu obitelji i prijatelja.

Prof. dr. sc. Jozo Franjić rodio se u 7. siječnja 1966. godine u Mušiću. Osnovnu školu je pohađao u Mušiću i Levanjskoj Varoši, a srednju u Đakovu, Vinkovcima i Karlovcu. Diplomirao je 1990. godine na Šumarskom odsjeku Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Još tijekom studija uključio se u znanstveni rad na Zavodu za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, a odmah nakon završetka studija, na poziv njegovog prethodnika prof. emeritusa dr. sc. Ive Trinajstića počinje ondje volontirati. Nakon sedam mjeseci zapošljava se kao mladi istraživač, a od 1993. godine radi kao asistent na predmetu Botanika.

Iste godine upisao je poslijediplomski studij iz Biologije (smjer Ekologija) na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je 1993. godine obranio magistarski rad pod naslovom "Morfometrijska analiza lista i ploda hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) u Hrvatskoj". Na istom fakultetu je i doktorirao 1996. godine s temom "Multivarijatna analiza posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*, *Fagaceae*) u Hrvatskoj".

1998. godine izabran je u znanstveno-nastavno zvanje docenta te preuzeo nastavu iz predmeta Botanika. Za redovitog profesora prvi je puta izabran 2007. godine, a 2012. godine stekao je trajno zvanje redovitog sveučilišnog profesora. Tijekom nastavnoga rada sudjelovao je u uvodenju novih predmeta i nastavnih sadržaja, a posebno je bio angažiran na reformi studija po tzv. bolonjskom procesu. Bio je nastavnik na predmetima Botanika, Šumarska botanika, Fiziologija šumskog drveća, Fiziologija bilja, Parkovno perensko i jednogodišnje bilje te nekoliko izbornih predmeta. Na poslijediplomskoj nastavi vodio je doktorski studij Šumarstvo, te je bio nastavnik na predmetima Metode i tehnike znanstveno-istraživačkoga rada, Fiziologija plodonosenja šumskoga drveća, Interakcija stanište-biljka u Šumarstvu, Taksonomija unutarvrsne diferencijacije i Prin-



cip i metode biljne taksonomije. Bio je vrlo angažiran u prenošenju znanja novim generacijama, posebice tijekom vježbi i terenske nastave, nastojeći studentima ne samo prenijeti znanje o biljkama, nego im usaditi i ljubav prema šumi i želju za stalnim promišljanjem o kompleksnim odnosima u šumskim ekosustavima. Brojnim generacijama šumara ostale su životom sjećanju njegove terenske nastave iz botanike, a mnogi od njih su ga birali za mentora završnih i diplomskih radova. Pod njegovim mentorstvom zvanje magistra znanosti steklo je osam magistranata, a zvanje doktora znanosti šest doktoranata na Fakultetu šumarstva i drvene tehnologije i Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te Sveučilištu J. J. Strossmayera u Osijeku.

Na Fakultetu Šumarstva i drvene tehnologije obnašao je brojne dužnosti. Između ostalog bio je predstojnik Zavoda za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku (2004.-2008.), pročelnik Zavoda za istraživanja u Šumarstvu (2003.-2004.), prodekan Šumarskoga odsjeka (2004.-2006.), a od 2006. do 2008. godine i Dekan Fakulteta. Za njegovog dekanskoga mandata uređeni su novi prostori Fakulteta, uključujući brojne suvremene laboratorije i praktikume te je obavljeno preseljenje Šumarskoga odsjeka.

Prof. Franjić bio je vrlo cijenjen i plodan znanstvenik, koji je zadužio hrvatsku šumarsku i botaničku znanost. Već od mладosti isticao se svojom znatiželjom, nemirnim duhom, pronicljivošću, istančanim osjećajem za prirodu i velikom željom za istraživanjem i razumijevanjem prirodnoga svijeta koji ga je okruživao, a napose biljaka i njihove uloge u

šumskim ekosustavima. Objavio je preko 100 znanstvenih i stručnih radova u domaćim i međunarodnim časopisima, najviše iz područja taksonomije i varijabilnosti brojnih svojti drvenastoga i zeljastoga bilja. Znanstvenu karijeru započeo je istraživanjem morfološke varijabilnosti hrvatskih populacija hrasta lužnjaka, a taksonomija te morfološka i genetska varijabilnost različitih biljnih svojti na području jugoistočne Europe ostala je u središtu njegovog znanstvenog interesa. Zahvaljujući njegovoj upornosti i ogromnoj energiji osnovan je i opremljen Molekularno-biološki laboratorij na Zavodu za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku. Uz to bio je klasični terenski botaničar, koji je svaki slobodni trenutak koristio za boravak u prirodi, promatranje, istraživanje i fotografiranje biljaka. U znanstvenom smislu biljke je počeo upoznavati još tijekom studija na Šumarskome fakultetu, a ogromno znanje i terensko iskustvo stekao je radeći sa svojim mentorom prof. Trinajstićem. Radeći na brojnim znanstvenim i stručnim projektima istraživao je floru gotovo svih dijelova Hrvatske, od Mljeta do Baranje i od obalnih halofitskih staništa do preplaninskih šuma i travnjaka. Zbog toga je bio neiscrpan izvor informacija o flori, fitogeografiji i vegetacijskoj ekologiji ovoga dijela jugoistočne Europe. Istraživao je i rasprostranjenost invazivnih biljnih vrsta na području Hrvatske, a dao je i značajan doprinos vegetacijskoj ekologiji istražujući sintaksonomiju, rasprostranjenost, dinamiku i strukturu različitih biljnih zajednica na području Hrvatske i susjednih država. Osim toga, autor je brojnih članaka u kojima je popularizirao biljni svijet Hrvatske ali i drugih dijelova svijeta, nastojeći biljne svojte približiti šumarima i širokoj javnosti. Autor je četiri sveučilišna udžbenika u kojima je na vrlo sadržajan način prikazao floru naših šuma.

Prof. Franjić je njegovao vezu sa šumarskom praksom radeći na brojnim stručnim projektima i elaboratima. Osim

toga značajno se angažirao na povezivanju šumarske znanosti i prakse s drugim područjima kao što su biologija i zaštita prirode. Uvijek se zalagao za interdisciplinarni pristup zaštiti prirode i održivom gospodarenju prirodnim ekosustavima. Djelovao je kroz brojne strukovne i znanstvene udruge. Bio je član Akademije šumarskih znanosti, Hrvatske komore inženjera šumarstva i dryne tehnologije, Hrvatskoga šumarskoga društva, Hrvatskoga botaničkoga društva, Hrvatskoga biološkog društva i Hrvatskoga lovačkoga saveza. Od 2008. do 2014. godine bio je član Nadzornoga odbora Hrvatskih šuma.

Imao je i vrlo plodnu suradnju sa znanstvenicima, šumarama i botaničarima iz inozemstva, posebno iz susjednih država (Bosna i Hercegovina, Slovenija, Srbija, Makedonija). Ona se ostvarivala kroz zajedničke stručne ekskurzije, rad na zajedničkim publikacijama i projektima, ali i suradnju u udružama kao što su Istočnoalpsko-dinarsko društvo za istraživanje vegetacije i Međunarodno udruženje za vegetacijsku znanost (IAVS).

Nažalost ova bogata i sadržajna karijera prerano je prekinuta. Cjelokupni znanstveni, stručni, radni i životni put profesora Franjića ostavio je duboki trag u svima nama, njegovim kolegama, suradnicima i prijateljima. Ovaj pre-rani odlazak nenadoknadiv je gubitak za njegovu obitelj, suprugu Irenu i sinove Petra i Frana. Utjehu treba tražiti u istini kako će profesor Franjić nastaviti živjeti u djelima koja je ostavio, u našim sjećanjima i u svemu onome što je izgradio i započeo izgrađivati. Njegovo ime ostat će zapisano u povijesti hrvatske botanike i hrvatskoga šumarstva kao plodonosnog znanstvenika, profesora, stručnjaka i prirodoslovca. Za nas će ostati poštovani kolega i prijatelj, predani istraživač i zaljubljenik u prirodu. Zbogom dragi naš Jozo. Neka ti je vječna hvala i slava! Počivao u miru Božjem.

# ĐURO KRAÑZELIĆ , dipl. ing. šum. (1944. – 2021.)

*Ivan Hodić, dipl. ing. šum.*

Cijenjeni članovi obitelji Kranželić i Jelušić, poštovani kolege i prijatelji, kao jedan od najstarijih kolega zamoljen sam da kažem nekoliko riječi o kolegi Đuri. Mogu reći da nisam nikad imao ovako tešku i zahtjevnu obvezu. Prvo se ispričavam ako bude nekih „tehničkih“ problema, jer su mogući problemi uz moju bolest, no mnogo zahtjevnije i teže mi je što je ovdje i supruga Božica, poznata naša književnica, čiju razinu nije moguće niti dotaknuti, a teško je i zbog činjenice da je Đuro otisao na drugu obalu rijeke, odakle nema povratka, na Badnji dan, kada se u obitelji slijeva mir, blagost i toplina. Svima nama ostaje nada i vjera da ovime prestaje njegova patnja zbog dugogodišnje bolesti.

Rođen je 15. 10. 1944.g. u Velikom Trojstvu, od oca Martina i majke Marije r. Rac. Hrvat, rimokatolik. Roditelji su mu bili napredni poljodjelci. Osnovnu je školu završio u Velikom Trojstvu 1958., a Srednju šumarsku u Karlovcu 1964.

U međuvremenu, kako bi mogao osigurati prihod i nastaviti školovanje, završio je tečaj za lugare u trajanju od jedne godine u Černiku kod Nove Gradiške u organizaciji Šumskoga gospodarstva Nova Gradiška. Šumarstvo je studirao na Šumarskom fakultetu u Sarajevu. Diplomirao je 1970. Pripravnički staž obavio je u Šumariji Repaš, zatim radi kao referent za iskorišćivanje šuma do 1980., a od 20. 8. 1980. bio je upravitelj Radne jedinice Lovna uprava Đurđevac, sa sjedištem na Fazaneriji - Đurđevački peski. Na tom je mjestu ostao deset godina - do 1990. Nakon reorganizacije šumarstva, od 1991. radi u JP Hrvatske šume, Šumarija Đurđevac, Uprava šuma Koprivnica na mjestu revirnika na poslovima lovstva. Od 1. 11. 1993. revirnik je u Šumariji Kloštar Podravski. Kasnije opet radi kao voditelj fazanerije i Lovačkog doma Peski, odakle odlazi u mirovinu. Cijeli



radni vijek proveo je u Hrvatskim šumama d.o.o. i pravnim prednicima, tj. u podravskom šumarstvu.

Kao mladi inženjer šumarstva, osnovao je obitelj sa suprugom Božicom Jelušić, poznatom hrvatskom književnicom, za koju je, kad bi je spominjao, birao samo najljepše riječi. Ona je poznata i širim šumarskim krugovima kao pjesnikinja prirode i šume te kao veliki borac za zaštitu prirode i rijeke Drave.

Poštovana obitelji, rodbino i prijatelji!

Jedan poznati inženjer za ljudsku dušu (teolog) rekao je: „Podijeljena sreća je dvostruka sreća, a podijeljena bol je pola боли“. Iako je došao zavidan broj kolega i prijatelja, unatoč mjerama zbog pandemije, lošim vremenskim prilikama i božićnim blagdanima, znajte da je još mnogo onih koji su s vama danas.

Iskrena sućut svima!

*Kolega Đuro Kranželić je pokppan je na obiteljskom grobnom mjestu u Velikom Trojstvu. Zbog lošeg vremena, mjera vezanih uz pandemiju i žurbe župnika, govor nije izrečen na grobu, stoga ga prenosimo u Šumarskom listu.*

# MARIO GAŠPARAC, dipl. ing. šum.

## (25.05.1956. – 22.02.2021.)

*Milivoj Diklić, dipl. ing. šum.*

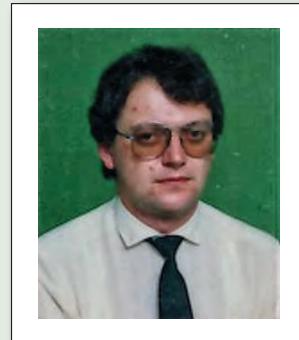
Dana 22. veljače 2021. godine napustio nas je Mario Gašparac, Marić kako smo ga svi poznavali, goranski šumar - veliki čovjek.

Koliko god je trenutak odlaska pokojnog kolege Maria bio tužan, sjećat ćemo ga se kao šumara, kolege, prijatelja, susjeda ili poznanika, sjećat ćemo se njegovog jedinstvenog života, čiji smo dio i mi bili. Života kojeg su krasile skromnost, savjesnost i požrtvovanost prema šumarskoj struci i radu za opće dobro.

Životni put Maria Gašparca započeo je 25. svibnja 1956. godine u Delnicama. Potekao je iz službeničke obitelji od oca Branka, i majke Branke r. Petranović. Osnovnu školu završio je 1971, a Gimnaziju je završio je u Delnicama, gdje je maturirao 1975. godine, nakon čega upisuje studij šumarstva u Zagrebu koji je završio 1983. godine. Odmah po završetku Šumarskog fakulteta zapošljava se u tadašnjem OOUR-u šumarstva na radnom mjestu referenta održavanja, sljedeće godine kao referent pripreme rada, a ubrzo postaje i upravitelj CMS Lučice. Osnivanjem poduzeća Hrvatske šume, Mario je započeo s radom na mjestu revirnika u šumariji Delnice, Uprave šuma Delnice, te nakon toga kao stručni suradnik za pripremu rada i stručni suradnik za građevinarstvo i investicije, da bi nakon toga više godina obnašao i funkciju upravitelja šumarije Delnice. Prerana smrt zatekla ga je na radnom mjestu stručnog suradnika za pripremu rada u Proizvodnom odjelu UŠP Delnice.

Maria ćemo se sjećati kao šumara, kolege, prijatelja, susjeda ili poznanika, sjećat ćemo se njegovog jedinstvenog života kojeg nisu obilježili razvikanici projekti ni novinski naslovi, života kojega su krasile skromnost, savjesnost i požrtvovanost, ponajprije prema svojoj obitelji, a onda i prema šumarskoj struci.

Postoje primjeri velikih ljudi, koji nam poput Marića ukazuju na put iskrenosti, put skromnosti, put bez oklijevanja koji se živi malo po malo, korak po korak. Dok koračamo mijenjamo vlastite navike i sklonosti misleći manje na uskogrudne ciljeve, a više na druge, a takav je bio Mario.



Bio je primjer odanosti i savjesnosti, pravde, poštenja i ljubavi prema čovjeku i šumi. Njegovo djelo nije bilo malo i zato Mario veliko ti hvala. Sjećat ćemo ga se kao nasmijanog optimista, kao velikog imena našeg šumarstva, kao čovjeka koji je uvijek širok optimizam, pozitiv i veselje gdje god da je radio od šumarije, CMS-a, Stručnih službi...

Tvoji kolege, prijatelji šumari, poznanici s kojima si, doslovno, do jučer dijelio sreću, radost, dobro i zlo, ostali su iznenadeni i tužni čuvši ovu tužnu vijest.

Dragi Mario, život je putovanje, a ne neka precizna destinacija i cilj, baš zato što nikad ne znaš kad će prestati. A tvoj život bio lijep.

Ako smo išta naučili od tebe, to je okupljanje, vremena su gruba pa zajedništvo, sreća i suočavanje, vrline su koje se pamte.

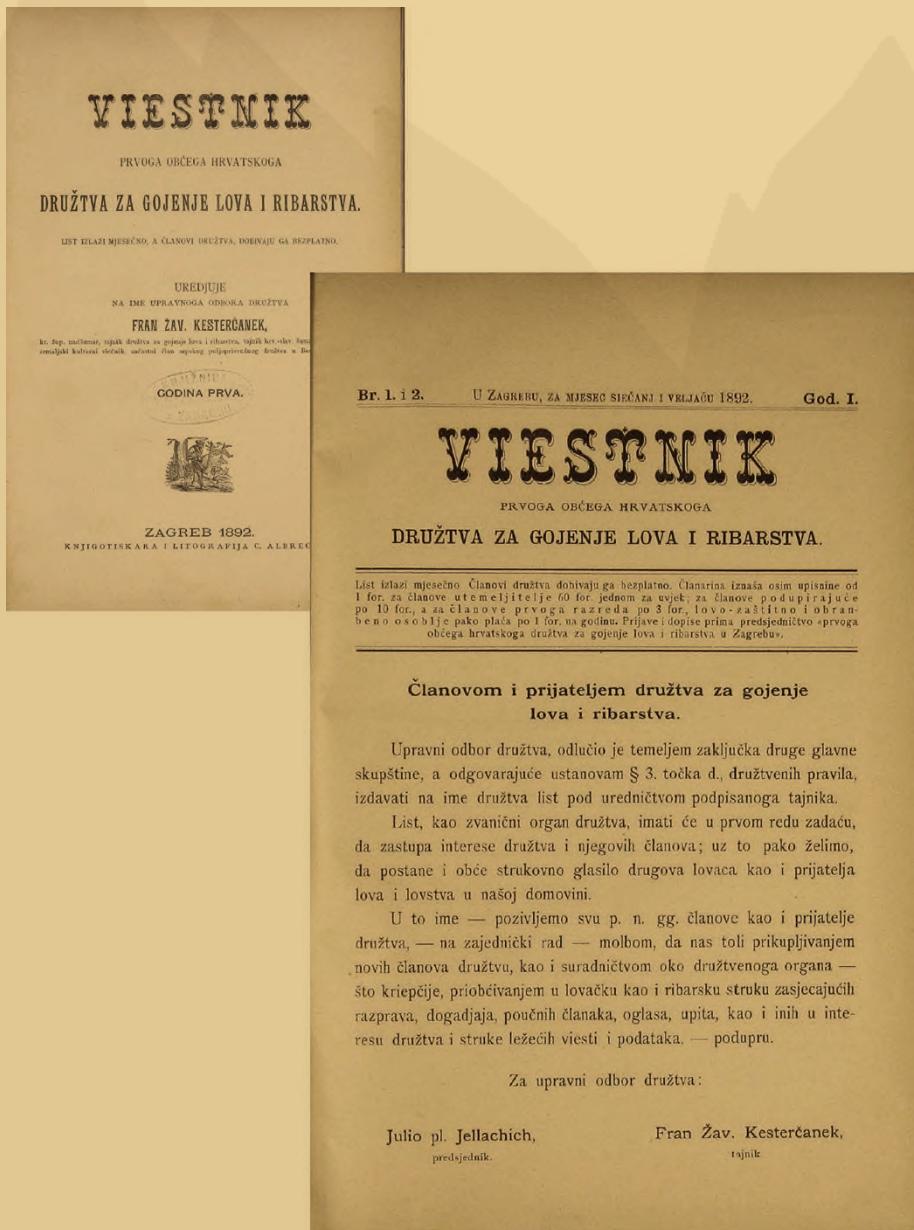
Iste si dijelio s prijateljima, neistomišljenicima, znancima ili strancima, bili oni dobri ili loši. Tebi je to sve bilo svejedno!

Dragi Mario, dragi prijatelju, dragi kolega, ne zbogom, nego doviđenja do nekih drugih vremena i svjetova, uživaj u pjevu ptica i šumu goranskih šuma.

Neka Ti je laka ova goranska, delnička gruda!

U tuzi za kolegom Mariom ostaje, majka Branka s kojom je proveo svoj cijeli, srećom ispunjeni život te brojni kolege i prijatelji.

# PRIJE 130 GODINA



Godine 1892. prvi broj Lovačkog vjesnika izlazi kao dvobroj za siječanj i veljaču pod imenom „Viestnik Prvoga obćega hrvatskog družtva za gojenje lova i ribarstva“.

Od prvog broja pa sve do 1910. godine urednikom je bio Fran Žaver Kesterčanek, velikan hrvatskog šumarstva, profesor šumarstva na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima, zaslužan šumarski stručnjak i pisac, koji je prije toga čak sedam godina bio urednikom i Šumarskog lista.

Mnogi drže da je zahvaljujući njemu ovaj časopis bio najbolje uređivani list onog vremena, a kako izlazi i danas, smatramo ga jednim od najstarijih redovitih glasila sa ovog područja u Europi.

## TV KALENDAR, HRT 1

Emisija TV kalendar, jedan je od najvećih brandova HRT-a. Ova informativno-obrazovno-dokumentarno-povijesna emisija svakodnevno se emitira na programu Hrvatske radiotelevizije od 1976. godine.

Važna je vijest da je 26.12.2021. godine u 16795. emisiji emitiran i prilog o hrvatskom šumarstvu, konkretnije, o čuvenom sastanku Šumarskog odsjeka Hrvatsko-slavonskog gospodarskog društva, na kojem se okupilo 17 šumara i to *u perkos najnepriatnjoj dobi godišta, zločestome vremenu i mestnim povodnjem,...* *u gradu Prečcu* čime je ovaj odsjek Gospodarskog društva osamostaljen i time je *de facto* osnovano Hrvatsko šumarsko društvo.

Dodajmo da se 23.2. emitira i slijedeći prilog povodom "rođendana" hrvatskog šumarstva, tj. dana kada je u Karlovcu završeno zasjedanje Komisije i potpisana *Protocollum comissionis mixtae habita et continuata Carlostadii 11., 16. et 23. februarii 1765.* i kada je određeno da se *na temelju razpoložbe Waldmeistera Franzonija, da se od trojice uzetih šumara postavi jedan za šume cijele ličke pukovnije i to u središtu njihovu u Oštarijama na karlobažkoj cesti, drugi da se postavi nad otočkim šumama i nad drežničkom šumom ogul. pukovnije sa sjedištem u Krasnu nad sv. Jurjem blizu Kutereva i Crnog Kala, te napokon nad ostalima šumama Generalata u ogulinskoj i slunjskoj pukovniji i to u šumi Petrovagora.*

Time su osnovane prve tri šumarije na prostorima Hrvatske, odnosno postavljeni okviri za uspostavu organiziranog šumarstva.

Iako se i do sada u ovoj kratkoj formi pojavio pokoji događaj u vezi sa šumama i šumarstvom, ili pokoja javna osoba koja je djelovala i u šumarstvu, nadamo se da su ova dva priloga, koji su inicirani od Hrvatskog šumarskog društva, pa i pripremljeni uz našu pomoć, tek početak nastojanja da događanja u vezi sa šumarstvom ostanu zabilježeni i u ovoj formi.



## 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 obljetcima, 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 obrožati.

Opseg teksta članaka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mesta 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. Zvjezdasti jasmin u Dubrovniku. ■ Figure 1. Star jasmin in Dubrovnik.

Slika 3. Cvjetovi su bijeli, promjera 2–2,5 cm; vjenčić je plitki, obrub ima pet, na lijevu stranu usmjernih, raširenih zubača; cvjetanje je od svibnja do rujna. ■  
Figure 3. Flowers are white, 2–2.5 cm in diameter; corolla is salverform, limb lobes five, left-twisted, spreading; flowering from May to September.



Slika 2. Listovi su kožasti, 2–6 cm dugački, 1–2,5 cm široki; peteljka je dugačka oko 5 mm. ■ Figure 2. Leaves are leathery, 2–6 cm long, 1–2.5 cm wide; petiole is about 5 mm long.



Slika 4. Višesjemeni mjehuri su usko valjkasti, smeđi, suhi, 7–10 (–15) cm dugački, promjera 3–10 mm. ■ Figure 4. Folicles are narrowly cylindrical, brown, dry, 7–10(–15) cm long, 3–10 mm in diameter, many-seeded.

### ***Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem. – zvjezdasti jasmin (Apocynaceae)**

Zvjezdasti jasmin je vazdazelena povijuša iz istočne i jugoistočne Azije, visoka 4–6 (–10) m. Listovi su nasuprotni, sjajni, jednostavni, duguljasto eliptični, cijelograđeni. Cvjetovi su dvospolni, entomofilni, jako mirisni, skupljeni u vršnim i postranim, rahlim, višecvjetnim metlicama. Zbirni plodovi su građeni od dva mjehura. Iz ozlijedene stabljike i listova curi mlječni sok. Zvjezdasti jasmin je često uzgajana ukrasna povijuša za prekrivanje zidova, ograda ili pergola u područjima s mediteranskim klimom, uključujući Hrvatsku. Može se uzgajati i u vrtnim posudama ili kao pokrivač tla. Tolerantan je na izravno svjetlo ili polusjenu te preferira umjereno vlažno, dobro propusno tlo, pH vrijednosti od pet do osam.

### ***Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem. – Star Jasmine, Confederate Jasmine (Apocynaceae)**

Star jasmine is an evergreen twining climber native to eastern and southeastern Asia, that grows 4–6(–10) m tall. It has opposite, glossy, simple, elliptic-oblong, entire leaves. Flowers are bisexual, entomophilous, very fragrant, borne in terminal and axillary, loose, many-flowered panicles. The fruit is an aggregate of two follicles. Stems and leaves exude a milky latex when cut. Star jasmine is a widely cultivated climbing ornamental plant on walls, fences or pergolas in regions with a Mediterranean climate, including Croatia. It can also be grown in containers or as a ground cover. It tolerates full sun to partial shade and prefers moderately moist, well-drained soil with pH in the range 5 to 8.