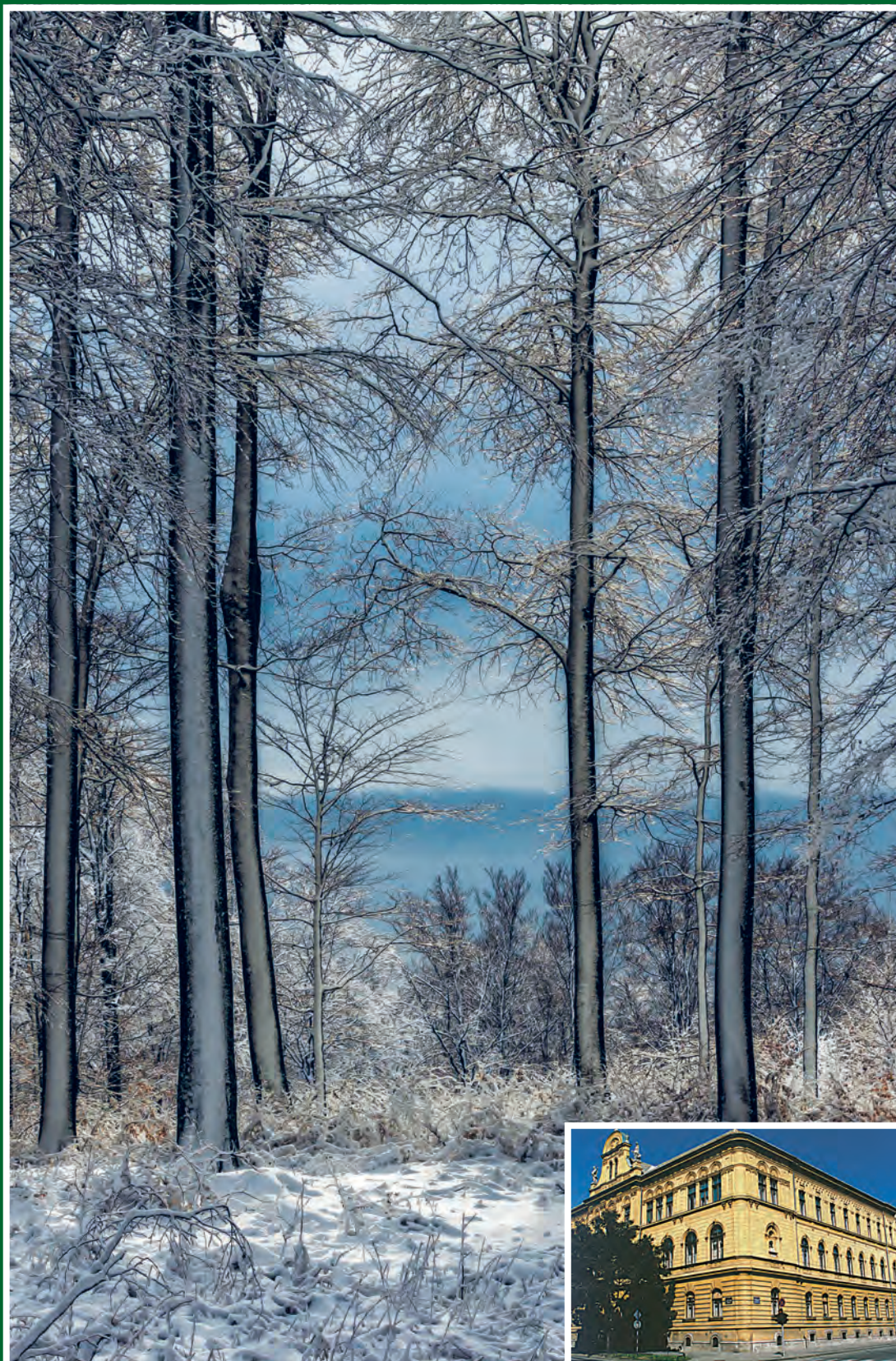


# ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630\*  
ISSN  
0373-1332  
CODEN  
SULIAB



11-12

GODINA CXLVII  
Zagreb  
2023





HRVATSKO ŠUMARSKO  
DRUŠTVO

CROATIAN FORESTRY  
SOCIETY

članica  
**HIS**

O DRUŠTVU  
ČLANSTVO 2737

stranice ogranaka:  
BJ DE GO KA SI SP VA ZA

PRO SILVA CROATIA  
SEKCIJA ZA ZAŠTITU ŠUMA  
EKOLOŠKA SEKCIJA  
SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I  
REKREACIJU  
SEKCIJA ZA URBANO ŠUMARSTVO (FB)



AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI



aktivna karta  
Zagreb

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



[www.sumari.hr](http://www.sumari.hr)

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

177. godina djelovanja  
19 ogranaka diljem Hrvatske  
oko 2700 članova

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

14053 osoba  
22423 biografskih činjenica  
14832 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

147. godina neprekidnog izlaženja  
1115 svezaka na 85544 stranica  
16344 članaka od 3363 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

4490 naslova knjiga, časopisa i medija  
na 26 jezika od 3162 autora  
izdanja od 1732. do danas

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA



ŠUMARSKI LIST



DIGITALNA BIBLIOTEKA HŠD



slučajna knjiga



ŠUMARSKI LINKOVI



EFN HŠ ŠF HŠI  
HKISD DHMZ



Naslovna stranica – Front page:

„Moje Panonsko more“ – fotografija  
Bjelovarskog salona fotografija  
„Šuma okom šumara“ (Foto: Goran Dorić)

„My Pannonian Sea“ – a photograph  
of the Bjelovar Photography Salon  
„The Forest Through the Eyes of a Forester“  
(Photo: Goran Dorić)

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 drvne 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  
Tisak: CBprint – Samobor

# ŠUMARSKI LIST

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

## Uređivački savjet – Editorial Council:

- |  |   |                                      |
|--|---|--------------------------------------|
| 1. Akademik Igor Anić                  | 13. Prof. dr. Boris Hrašovec            | 25. Krešimir Pavić, dipl. ing. šum.  |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum.        | 14. Krešimir Jakupak, dipl. ing. šum.   | 26. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr.sc. Boris Belamarić              | 15. Prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković | 27. Dr. sc. Sanja Perić              |
| 4. Daniela Cetinjanin, dipl. ing. šum. | 16. Marina Juratović, dipl. ing. šum.   | 28. Darko Posarić, dipl. ing. šum.   |
| 5. David Crnić, dipl. ing. šum.        | 17. Josip Kovačić, dipl. ing. šum.      | 29. Ante Šimić, dipl. ing. šum.      |
| 6. Mr. sp. Mandica Dasović             | 18. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum.      | 30. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić       |
| 7. Mr. sc. Damir Delač                 | 19. Valentina Kulaš, dipl. ing. šum.    | 31. Mr. sc. Dalibor Tonc             |
| 8. Damir Dramalija, dipl. ing. šum.    | 20. Prof. dr. sc. Josip Margaletić      | 32. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 9. Anto Glavaš, dipl. ing. šum.        | 21. Dorica Matešić, dipl. ing. šum.     | 33. Doc. dr. sc. Dinko Vusić         |
| 10. Goran Gobac, dipl. ing. šum.       | 22. Izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac    | 34. Silvija Zec, dipl. ing. šum.     |
| 11. Mr. sc. Goran Gregurović           | 23. Darko Mikičić, dipl. ing. šum.      | 35. Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. |
| 12. Prof. dr. Marijan Grubešić         | 24. Damir Miškulin, dipl. ing. šum.     |                                      |

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

### 1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

**Prof. dr. sc. Joso Vukelić,**  
urednik područja – *Field Editor*  
Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

**Prof. dr. sc. Željko Škvorc,**  
Šumarska botanika – *Forest Botany*

**Doc. dr. sc. Krunoslav 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*

**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

**Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak,**  
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-Blažina

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

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

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

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

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

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

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



# SADRŽAJ

## CONTENTS

### Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

- UDK 630\* 232.3 (001)  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.1>  
Drvodelić D., M. Oršanić, D. Ugarković, M. Šango  
**Usporedba vitaliteta i laboratorijske klijavosti žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.)** – Comparison of vitality and laboratory germination of Holm oak acorns (*Quercus ilex* L.) ..... 505
- UDK 630\* 114 (001)  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.2>  
Bakšić N., D. Bakšić  
**Količine goriva u šumskoj prostirci sastojina hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.)** – Forest floor fuel loads in Holm oak (*Quercus ilex* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) forests ..... 513
- UDK 630\*164 (001)  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.3>  
Memišević Hodžić M., S. Sinanović, D. Ballian  
**Međuodnos svojstava rasta i kvalitete drva na pokusnoj plohi ariša** – The relationship of growth characteristics and wood quality on the experimental plot of Larch ..... 525
- UDK 630\*164+272 (001)  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.4>  
Nikolić B. M., K. Mladenović, Lj. Rakonjac, S. Milanović, M. M. Marković, S. Bojović, N. Čule  
**Influence of crown exposure on the morphological needle traits of nine conifers** – Utjecaj ekspozicije krošnje na morfološka svojstva iglica devet četinjača ..... 535

### Prethodno priopćenje – Preliminary communication

- UDK 630\*164  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.5>  
Devetaković J., M. Đilas, I. Kerkez Janković  
**Stocktype impact on survival and growth of one-year old *Quercus pubescens* seedlings on the edge of Panonian basin** – Utjecaj tehnologije proizvodnje na preživljavanje i rast jednogodišnjih sadnica *Quercus pubescens* na rubu Panonskog bazena ..... 547

### Pregledni članak – Review

- UDK 630\*232.3  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.6>  
Đodan M., R. Bogdanić, M. Gradečki-Poštenjak, S. Perić  
**Proizvodnja šumskog sadnog materijala bjelogorice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2017. do 2021. godine** – Production of broadleaves forest planting material in the Republic of Croatia from 2017 to 2021 .... 555

### Stručni članak – Professional paper

- UDK 630\* 232.3  
<https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.7>  
Bogdan S., I. Katičić Bogdan, M. Temunović  
**O korištenju inozemnog šumskog reprodukcijskog materijala za obnovu domaćih sastojina hrasta lužnjaka iz perspektive genetičara** ..... 565

## **Aktualno – Current News**

Gallo, C.:	
Mala zemlja za veliki odmor .....	573

## **Zaštita prirode – Nature protection**

Arač, K.:	
Žalar cirikavac ( <i>Calidris alpina</i> L.) .....	575
Dasović, M.:	
Premužićeva staza – 90 godina nakon izgradnje .....	576

## **Međunarodna suradnja – International communication**

Vlainić, O.:	
Susret Europske šumarske mreže u Hrvatskoj 2023. godine .....	579

## **Iz povijesti šumarstva – From The History Of Forest**

Basara, T.:	
Članak iz Šumarskog lista br. 7/1893, str. 276-280	
Ciklon u Banovini .....	589

## **In memoriam**

Tomić, I.:	
Perica Benčić, dipl. ing. šum. (1948.-2023.) .....	592



# RIJEČ UREDNIŠTVA

NA KRAJU 2023. GODINE

Krajem godine obično se svode računi i rezimira napravljeno tijekom 12 mjeseci. Mi ćemo se ukratko osvrnuti na teme kojima se rubrika Uvodnika bavila. U broju 1-2/2023. dotaknuli smo se zakupa šumskog zemljišta koje je dosta aktualno posljednjih godina, a u svrhu povećanja površina za tu namjenu radilo se više izmjena i dopuna propisa, ranije Pravilnika o uređivanju šuma, a ove godine i Zakona o šumama. Olakšavanjem i pomaganjem stočarstvu nastali su problemi šumarstvu i drugim korisnicima prostora, što će trebati uskladiti u budućem razdoblju. U uvodniku broja 3-4/2023. osvrnuli smo se na aktualan datum u to vrijeme, a to je 21. ožujka, Međunarodni dan šuma. Šume postaju sve važnije, i to ne samo kao prirodni resurs, već i zbog drugih vrijednosti. Tako je ovogodišnja tema Međunarodnog dana šuma bila „Zdrave šume za zdrave ljude“, s naglaskom na zdravstvenu funkciju šuma. Međutim zdravlje šuma u svijetu, a tako i kod nas, postaje sve veći izazov s kojim će se hrvatski šumari sve više susretati. Uvodna tema broja 5-6/2023. bila je posvećena Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu, kao nositelju obrazovanja u šumarskoj i drvnotehnološkoj struci. Osnovan 1898. godine kao Šumarska akademija, kroz 125 godina djelovanja razvio se u modernu visokoškolsku ustanovu, spremnu na usklađivanje s potrebama vremena. Kratkotrajno ovogodišnje srpanjsko nevrijeme pamtit će se kao stoljetna katastrofa po šume, a posebice za najvrijednije sas-

tojine Spačvanskog bazena, što je zabilježeno u broju 7-8/2023. Tadašnje prve procjene šumskih šteta govorele su o 1,5 milijuna m<sup>3</sup> drvene zalihe, da bi do kraja godine te procjene narasle na 3,5 milijuna m<sup>3</sup>. Posljedice nevremena sanirat će se godinama s velikim teškoćama u obnovi tih sastojina. U broju 9-10/2023. zapitali smo se treba li se brinuti za budućnost ljudskih potencijala u šumarstvu. Atraktivnost obrazovanja i zapošljavanja u šumarstvu u Hrvatskoj, uz negativne demografske trendove, sve više opada. Uz spomenute probleme sa zdravljem hrvatskih šuma i budućnost rada u tim šumama ne nudi nažalost previše optimizma.

Nije svrha uvodnika pronalaziti samo teške teme u šumarstvu, već se osvrtima žele potaknuti promjene nabolje i to na svim poljima društva i države. Završimo ipak u vedrijem tonu 147. godinu izlaženja Šumarskog lista. Za tri godine obilježiti će se impresivnih 150 godina neprekinutog izlaženja znanstveno-stručnog i staleškog glasila Hrvatskoga šumarskog društva, koje ga svrstava među 10 najstarijih šumarskih časopisa u svijetu. Svim članovima HŠD-a i njihovim najmilijima te čitateljima Šumarskog lista, sa željom da i sami sudjeluju svojim radovima u stvaranju novih godišta, sretan Božić i sretna nova 2024. godina, puno zdravlja, privatnih i poslovnih uspjeha.

Uredništvo

# EDITORIAL

## *AT THE END OF 2023*

The end of the year is usually the time to make an account of what has been done in the course of 12 months. We shall make a brief review of the topics dealt with in the Editorials. The volume 1-2/2023 was devoted to the lease of forest land – a relatively topical issue in the past several years. In order to enlarge the area intended for this purpose several changes and amendments were made to the former Forest Planning Regulation, and this year to the Forest Act. Facilitating and helping livestock farming created problems for forestry and other users of the area, which will need to be rectified in the future. The Editorial 3-4/2023 was devoted to March 21st, the International Day of Forests. Forests are becoming increasingly more important not only as a natural resource but also as a source of other values. This year's theme of the International Day of Forests was Forests and Health, or Healthy Forests for Healthy People, with special focus on the health function of forests. However, the health of forests in the world and in Croatia is faced with challenges which will have to be addressed by Croatian forestry experts. The Editorial 5-6/2023 was devoted to the Faculty of Forestry and Wood Technology in Zagreb as the provider of education in the forestry and wood technology profession. Established in 1898 as the Forestry Academy, through 125 years of activity it has developed into a modern higher education institution ready to adapt to the needs of the times. This year's short-lived July storm will be remembered as an unprecedented disaster for forests, particularly for the most valuable stands of the Spačva basin, which was dealt

with in the issue 7-8/2023. The initial estimate on forest damage was 1.5 million m<sup>2</sup> of growing stock, but it amounted to 3.5 million m<sup>2</sup> by the end of the year. The consequences of the storm will be felt for years and regeneration of the affected stands will face enormous difficulties. The issue 9-10 was concerned with whether we should worry about the future of human resources in forestry. The attractiveness of education and employment in forestry in Croatia, along with negative demographic trends, is increasingly declining. In addition to the aforementioned problems concerning the health of Croatian forests, the future of work in these forests does not offer too much optimism.

The purpose of our editorials is not to find difficult topics in forestry but primarily to initiate changes for the better for all stakeholders of the sector, society and the state by providing reviews and opinions. Let us mark the 147<sup>th</sup> year of the publication of Forestry Journal on a brighter note. In three years, we will celebrate the impressive 150 years of uninterrupted publication of the scientific-professional and specialized journal of the Croatian Forestry Association, which ranks it among the 10 oldest forestry journals in the world. Merry Christmas, Happy New Year 2024 and lots of health, personal and business successes to all CFA members and their loved ones and to all readers of Forestry Journal! May you yourselves participate in the creation of new anniversaries with your contributions!

Editorial Board



# USPOREDBA VITALITETA I LABORATORIJSKE KLIJAVOSTI ŽIRA HRASTA CRNIKE (*QUERCUS ILEX L.*)

## COMPARISON OF VITALITY AND LABORATORY GERMINATION OF HOLM OAK ACORNS (*QUERCUS ILEX L.*)

DAMIR DRVODELIĆ<sup>1\*</sup>, MILAN ORŠANIĆ<sup>1</sup>, DAMIR UGARKOVIĆ<sup>1</sup>, MARIO ŠANGO<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Šume hrasta crnike u Hrvatskoj nalaze u raznim degradacijskim stadijima, a jedan od njih je i makija koja je nepovoljniji stadij za klijanje sjemenki hrasta crnike u usporedbi sa crnikovim panjačama ili sastojinama visokog uzgojnog oblika. Crnika je kserofitna vrsta šumskog drveća. Geološku podlogu na kojoj dolazi crnika čine vapnenci i dolomiti koji su i najzastupljeniji na našem sredozemnom području. Crnika počinje cvjetati u osmoj godini života, rodi sjemenom u dobi 12. do 15. godine, a puni urod je svake 4. do 6. godine. Urod žira hrasta crnike je varijabilan, gdje su u osmogodišnjem periodu zabilježena tri obilna uroda žira. Puni urod hrasta crnike ovisi o klimatskim prilikama, ali se značajno razlikuje i između različitih staništa, posebice s obzirom na geološku podlogu i tip tla. Za laboratorijske analize, žir hrasta crnike sakupljen je na području G.J. „Kamenjak“ na otoku Rabu. Navedenom G.J. upravljaju „Hrvatske šume d.o.o.“. Sjeme je sakupljeno u odijelima 15a, 16a, 26a i 27a u periodu od 01. 12. 2020. do 10. 01. 2021. Sakupljanje je obavljeno metodom stresanja žira sa stabala na postavljene prostirke ispod krošanja i metodom sakupljanja otpalog žira s tla. Procjena vitaliteta sjemena metodom tetrazola i laboratorijske klijavosti napravljena je prema ISTA pravilima za hrast crniku. Postotak laboratorijske klijavosti utvrđen je prema postotku pravilnih klijanaca koji su normalno proklijali nakon 35. dana ispitivanja. Ukupni vitalitet žira hrasta crnike bio je visok i iznosio je 90,25 %, dok su ostatak od 9,75 % činile nevitale sjemenke. Od vitalnog sjemena najveći postotak (79,50 %) čini sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni. Žira s kotiledonima koji ima nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo je 10,75 %. U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana laboratorijska klijavost iznosila je 30,50 %, nakon 21. dana 76,50 %, nakon 28. dana 83,75 % te nakon 35. dana 88,50 %. Razlika između procjene vitaliteta žira i ukupne laboratorijske klijavosti iznosila je svega 1,75 %. Metoda procjene vitaliteta je brža i jeftinija od ispitivanja klijavosti. Rezultate procjene vitaliteta dobivamo za 18 sati, dok klijavost ispitujemo 28 ili 35 dana. Za praksu se može na osnovi rezultata ovih istraživanja predložiti ispitivanje vitaliteta žira hrasta crnike, a ne laboratorijske klijavosti kako preporučuju ISTA pravila (1993). Prosječno vrijeme klijanja (MGT) iznosilo je 19,91 dana. Pravilnih klijanaca bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Najčešća nepravilnost u iznosu od 56,14 % utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 % slučajeva.

**KLJUČNE RIJEČI:** otok Rab, tetrazol metoda, ISTA pravila, pravilni klijanca, nepravilni klijanca

<sup>1</sup> izv. prof. dr. sc. DAMIR DRVODELIĆ<sup>1\*</sup>, prof. dr. sc. MILAN ORŠANIĆ<sup>1</sup>, izv. prof. dr. sc. DAMIR UGARKOVIĆ<sup>1</sup>, MARIO ŠANGO, dipl. ing. šum.<sup>1</sup>, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Department of ecology and silviculture, 10000 Zagreb, Svetošimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb

\*corresponding author: drvodelic.damir@gmail.com

## UVOD INTRODUCTION

Hrast crnika (*Quercus ilex* L.) je vazdazeleno drvo Sredozemlja (Idžojić, 2009), a u Hrvatskoj je najznačajnija jednodomna, anemofilna vrsta šumskih ekosustava toplijeg područja hrvatskog Sredozemlja. To je uski obalni pojas jugozapadne i južne Istre, najjužiniji dio otoka Cres, Lošnja, Raba, Paga, Brača, Hvara, Korčule, Mljet i ostalih otoka južne Dalmacije. Kopnom mu je areal u Hrvatskoj od Zadra prema jugu. Najviše nadmorske visine u Hrvatskoj na kojima dolazi hrast crnika su do 200 m u sjevernoj Dalmaciji te do 350 m nad morem u južnoj Dalmaciji. Prema zahtjevu za svjetlom, crnika je heliofit, s tim da u mlađoj dobi u stadiju ponika i pomlatka može podnijeti umjerenu zasjenu. Podnosi visoke temperature, a na niske je osjetljiv, posebice klijanci koji ugibaju kad temperatura padne od -2 do -3 °C. U ostalim fazama razvoja podnosi i znatno niže vrijednosti temperature zraka (Larcher 1969, Prpić i dr. 2011). Kako se šume hrasta crnike u Hrvatskoj nalaze u raznim degradacijskim stadijima, a jedan od njih je i makija, minimalne temperature zraka bile su najniže u tom degradacijskom stadiju, što znači da je makija nepovoljniji stadij za klijanje sjemenki hrasta crnike u usporedbi s crnikovim panjačama ili sastojinama visokog uzgojnog oblika (Ugarković i dr. 2019). S obzirom da crnika uspijeva u toplijem dijelu Sredozemlja, u umjereno toploj klimi s vrućim ljetom u kojem suša traje od dva do tri ljetna mjeseca (Seletković i dr. 2011), crnika je kserofitna vrsta šumskog drveća. Dolazi na vapnencima koji su i najzastupljeniji na našem sredozemnom području te dolomitima. Prema tlu nema velikih zahtjeva, dolazi na svim tipovima tala unutar svojeg areala. Cvjetanje hrasta crnike je u travnju i svibnju, a žir dozrijeva od rujna do listopada iste godine. Crnika počinje cvjetati u osmoj godini života (La Mantia i dr. 2003), rodi sjemenom u dobi 12. do 15. godine, a puni urod je svake 4. do 6. godine. Istraživanja Belamarića (2011) na otoku Rabu ukazuju da je urod žira hrasta crnike varijabilan, gdje su u osmogodišnjem periodu zabilježena tri obilna uroda žira. Puni urod hrasta crnike ovisi o klimatskim prilikama (Prpić i dr. 2011), ali se značajno razlikuje i između različitih staništa, posebice geoloških podloga i tipova tla (Belamarić 2011). Klima kao primaran i posredni stanišni čimbenik ima utjecaj i na urod sjemeni. Osim klime i vremena koji imaju utjecaja na urod sjemeni, postoji i određeni fiziološki status stabala koji određuje pojavnost obilnog uroda sjemenom (Sork, 1993). Belamarić (2011) je utvrdio negativan utjecaj srednje količine oborine u mjesecu studenom godine koja prethodi urodu žira. Istraživanja na otoku Rabu pokazuju da postoji slaba povezanost između dimenzija stabala i uroda žira (Belamarić 2011).

Vitalitet sjemeni se definira kao njegova životna sposobnost ili broj za život sposobnih sjemenki izražen u postotku

od ukupnog broja sjemenki u radnom uzorku prema International Seed Testing Association (ISTA, 1993) pravilima za procjenu vitaliteta sjemeni. Kod dormantnih vrsta sjemeni ili kod sjemeni kod kojega ispitivanje klijavosti traje relativno dugo, ne određuje se klijavost nego vitalitet (Regent, 1980). Gosling (2003) raspravlja o razlici između pojmova klijavost i vitalitet sjemeni te zaključuje kako je najvažnija razlika što se ispitivanjem klijavosti dobiju podaci o postotku proklijalog sjemeni, dok je vitalitet samo procjena moguće potencijalne klijavosti. To bi značilo kako ono sjeme koje je procijenjeno kao vitalno i ima sposobnost razvoja u pravilne klijance, ne mora nužno biti klijavo. Iz tog razloga klijavost i vitalitet sjemeni nisu i ne mogu biti sinonimi. U praksi bi to značilo kako je za istu partiju sjemeni najveća vrijednost procjena vitaliteta, zatim nešto manja procjena laboratorijske klijavosti, a još manja rasadničke klijavosti. Najmanji postotak klijavosti dobije se izravnom sjetvom sjemeni na terenu (pošumljavanje, umjetna obnova sastojina).

Prema ISTA (1993) pravilima za klijavost sjemeni (poglavlje 5, klijavost sjemeni), vrste iz roda *Quercus* spp. ispituju se na podlozi od pijeska metodom na pijesku (*TS-top of sand*) ili u pijesku (*in sand*). Temperatura klijanja je konstantna i mora iznositi 20 °C, prvo brojanje se obavlja 7 dana (energija klijavosti), a zadnje 28 ili 35 dana. Preporuka je prije ispitivanja žira obaviti njegovo močenje u vodi do 48 sati, odrezati gornju trećinu suprotno od embrija i ukloniti perikarp. To se radi iz razloga što bržeg i uniformnijeg klijanja, jer su svi žirovi preparirani na isti način. O procjeni vitaliteta šumskog sjemeni na raznim vrstama pišu mnogi autori. O vitalitetu sjemeni poljskog jasena pišu Drvodelić i Oršanić (2016, 2020), o vitalitetu sjemeni obične bukve Drvodelić i dr. (2011) i Gavranović Markić (2022), a o vitalitetu sjemeni hrasta lužnjaka Gradečki Poštenjaki dr. (2011). Gradečki Poštenjak i dr. (2006) ispituju vitalitet bukve i gorskog javora, a laboratorijsku klijavost pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA (1993) Drvodelić i dr. (2019). O procjeni vitaliteta sjemeni mokinje, jarebike, oskoruše i brekinje piše Drvodelić (2010) u svojoj disertaciji gdje se ispituje i laboratorijska klijavost navedenih vrsta. Laboratorijsku klijavost žira hrasta lužnjaka istražuje Vukelić (2018), a hrasta crnike Belamarić (2011), Liñán i dr. (2011) i Caliskan (2014). O utjecaju perikarpa žira hrasta crnike na laboratorijsku klijavost pišu Zerrouki i dr. (2022).

Utvrđivanjem nicanja ponika hrasta crnike na otoku Rabu u različitim stanišnim uvjetima bavili su se Oršanić i dr. (2011), a Rodríguez-Molina i dr. (2002) vitalitetom sadnica crnike i plutnjaka uzgojenog žirom u tlo prirodno zaraženo gljivom *Phytophthora cinnamomi*.

Procjenom vitaliteta žira hrasta crnike nije se bavilo puno autora, a o usporedbi vitaliteta i laboratorijske klijavosti ne piše nitko. To je bio glavni razlog ovih istraživanja, posebno



dan danas kada se stalno piše o globalnim klimatskim promjenama, koje će biti jako izražene upravo na području Mediterana.

## MATERIJALI I METODE RADA MATERIAL AND METHODS

Za laboratorijske analize, žir hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) sakupljen je na području G.J. „Kamenjak“ na otoku Rabu. Navedenom G.J. upravljaju „Hrvatske šume d.o.o.“. Sjeme je sakupljeno u odijelima 15a, 16a, 26a i 27a u periodu od 01. 12. 2020. do 10. 01. 2021. Sakupljanje je obavljeno metodom stresanja žira sa stabala na postavljene prostirke ispod krošanja (slika 1) i metodom sakupljanja otpalog žira s tla (slika 2).

Ukupno je sakupljeno 200 kg sjemena za potrebe umjetne obnove hrasta crnike sadnjom žira pod motiku na površini 1 ha u G.J. „Rab“, odsjek 7a kojim gospodari Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.

Uzet je radni uzorak od 4x100 komada nasumičnih stresanih i sakupljenih žirova na kojima je ispitan vitalitet. Za određivanje vitaliteta žira korištena je biokemijska metoda tetrazola, a priprema i procjena sjemena vrsta roda *Quercus* L. obavljena je prema ISTA pravilama (ISTA Rules for seed testing, 1993.) Nakon bojanja otopinom tetrazola, svaki žir je pregledan pod lupom sa svjetlom uz povećanje od 20 x.



**Slika 1.** Sakupljanje žira sa stabala metodom trešnje na postavljene prostirke ispod krošanja

**Figure 1.** Collection of acorns from trees using the shake method on placed mats under the canopy



**Slika 2.** Izgled sakupljenog žira hrasta crnike s tla  
**Figure 2.** Appearance of collected holm oak acorns from the ground

Za ispitivanje laboratorijske klijavosti uzeta je količina 400 kom žirova. Prije ispitivanja laboratorijske klijavosti žir je vagan preciznom vagom na stotinku grama. Izbrojen je broj žirova u 1 kg te je dobiven podatak o prosječnoj masi jednog žira.

Laboratorijska klijavost ispitivana je metodom u pijesku prema ISTA (1993) pravilima. Korištene su PVC prozirne posude dimenzija 25x18x14 cm, zatvorene PVC prozirnog folijom i poklopcem. Kvarcni pijesak bio je granulacije 0,1 do 0,4 mm s dodatkom 37 % destilirane vode. Svaka posuda je sadržavala 1400 ml pijeska, 518 ml vode i 25 žirova. Prethodno flotirani i preparirani žirovi, bez perikarpa, položeni su na sloj 3 cm navlaženog pijeska te su prekriveni s 2 cm istoga pijeska. Vlaženje destiliranom vodom izvršeno je, jednom, 28. dana kada su posude otklopljene. Dodano je minimalno toliko vode da bi se održala prethodna vlažnost pijeska. Posude sa žirovima stavljene su u dezinficiranu (Asepsol eko, PLIVA, Hrvatska) Kambič komoru rasta Kambič, RK-980 CH, u kontrolirane uvijete. Trajanje dnevne i noćne faze iznosilo je 12 sati. Dnevna i noćna temperatura bile su konstantne i iznosile su 20 °C. Zračna vlaga iznosila je 80 %, a osvjetljenje od 13.400 lux-a (na površini pijeska) do 14.000 lux-a (ispod samih lampi) što je razina 2 svjetlosti u komori. Osvjetljenje je mjereno pomoću lux metra model LX-101 LUX METER Lutron.

Energija klijanja i ukupna klijavost utvrđene su brojanjem klijanaca nakon razdoblja predviđenog za naklijavanje: 7. i 35. dan. Procjena klijanaca obavljena je u skladu s pravilima ISTA (International Rules for Seed Testing, Edition 1993

/1, Chapter 5: The Germination Test) i uz pomoć ISTA priručnika o procjeni klijanaca (R. Don, 2003: ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition). Broj pravilnih klijanaca sedmoga dana uzima se kao energija klijavosti sjemena (%). Zbog usporenog klijanja produžili smo ispitivanje 30 % vremena više nego to dopuštaju ISTA (1993) pravila. Iz tog razloga procjenu klijavosti nismo obavili 28. nego 35. dan. Digitalnim fotoaparatom snimljeni su svi nepravilni klijanci s posebnim osvrtom na pojedine dijelove koji definiraju nepravilan klijanac. Prilikom procjene svakom nepravilnom klijancu dodijeljena je odgovarajuća šifra (jedna nepravilnost) ili šifre (više nepravilnosti). Prema R. Don (2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition) vrste roda *Quercus* L. pripadaju u kategoriju B (drveće i grmlje), sekciju 21 (porodica *Fagaceae*, tip klijanca G i grupu klijanca B-2-2-2). Napravljena je sumarna tablica s opisom nepravilnih klijanaca. Postotak laboratorijske klijavosti utvrđen je prema postotku pravilnih klijanaca koji su normalno proklijali nakon 35. dana ispitivanja.

## REZULTATI S RASPRAVOM RESULTS WITH DISCUSSION

Broj žirova hrasta crnike u 1 kg u našem istraživanju iznosio je 342 komada, dok je prosječna masa 1 žira iznosila 2,92 g. Vrlo su slične vrijednosti koje navodi Regent (1980) kako u 1 kg čistog žira ima od 200 do 500 komada ili prosječno 350 komada pri čemu 1 žir ima masu od 2,86 g. U tablici 1. Prikazani su rezultati procjene vitaliteta žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) biokemijskom metodom tetrazola.

Ukupni vitalitet žira hrasta crnike iznosio je 90,25 %, što znači kako je u svim kategorijama nevitarno sjeme činilo 9,75 %. Od vitalnog sjemena najveći postotak zauzima sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni (79,50 %). Žira s kotiledonima koji imaju nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo 10,75 %. Nisu utvrđene ostale kategorije vitalnog žira (broj 3. i 4.).

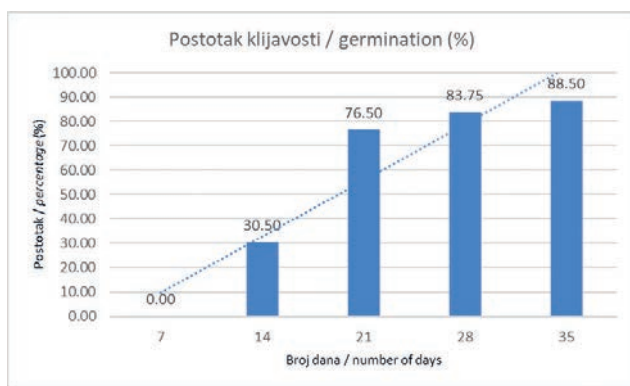
Pronađene su četiri kategorije nevitarnog sjemena (brojevi 5, 6, 7 i 9). Od nevitarnog žira najviše je bilo onoga u kategoriji gdje su kotiledoni s neobojenim površinama ili ne-

**Tablica 1.** Procjena vitaliteta žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) biokemijskom metodom tetrazola

**Table 1.** Evaluation of the vitality of holm oak acorns (*Quercus ilex* L.) using the tetrazole biochemical method

Broj/ Number	Opis/ Description	1	2	3	4	Σ	% vit/nevit Vit./Non-vit.	% od uk. % summ.
1.	potpuno obojeno <i>fully colored</i>	85	83	78	72	318	88,09	79,50
2.	kotiledoni s nekrozama do 1/3 na distalnom dijelu, koje nisu povezane s embrionalnom šupljinom <i>cotyledons with necroses up to 1/3 on the distal part, which are not connected to the embryonic cavity</i>	6	6	16	15	43	11,91	10,75
3.	vrh radikule neobojen <i>tip of radicle uncolored</i>							
4.	kombinacija brojeva 2. i 3. <i>combination of numbers 2. and 3.</i>							
UKUPNO VITALNO <i>TOTAL VITAL</i>		91	89	94	87	361	100,00	90,25
5.	embrio s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine <i>embryo with uncolored surfaces or necrosis of more than 1/3 of the surface</i>	1	2	1	2	6	15,38	1,50
6.	kotiledoni s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine <i>cotyledons with uncolored surfaces or necrosis of more than 1/3 of the surface</i>	3	8	1	8	20	51,28	5,00
7.	kombinacija brojeva 5. i 6. <i>combination of numbers 5. and 6.</i>	3	1	1	1	6	15,38	1,50
8.	potpuno neobojeno <i>completely uncolored</i>							
9.	sjeme napadnuto insektima ili gljivama <i>seeds attacked by insects or fungi</i>	2		3	2	7	17,96	1,75
10.	prazno (šturo) sjeme <i>empty (deaf) seed</i>							
UKUPNO NEVITALNO <i>TOTAL NON-VITAL</i>		9	11	6	13	39	100,00	9,75
SVEUKUPNO <i>OVERALL</i>		100	100	100	100	400		100,00





**Slika 3.** Postotak klijavosti žira po danima ispitivanja  
**Figure 3.** Percentage of acorn germination by days of testing

krozama više od 1/3 površine (5,00 %). Slijedi kategorija sjeme napadnuto insektima ili gljivama (1,75 %). Potom slijede kategorije gdje je embrio s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine (1,50 %), te kombinacija brojeva 5. i 6. (1,50 %).

Na slici 3. Prikazan je postotak klijavosti žira po ponavljanjima tijekom 35 dana ispitivanja.

U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana isključilo je 30,50 % žirova. Nakon 21. dana isključilo je 76,50 % žirova. U četvrtom brojanju 28. dana ispitivanja proklijalo je 83,75 % žirova. Nakon 35. dana isključilo je ukupno 88,50 % svih žirova, što nam predstavlja podatak o prosječnoj laboratorijskoj klijavosti žira hrasta crnike. U istraživanju Caliskana (2014) klijavost žira crnike na konstantnoj temperaturi od 20 °C iznosila je, ovisno o provenijenciji, od 30 do 81%. Zerrouki i dr. (2022) pišu o utjecaju uklanjanja perikarpa na klijavosti žira crnike različitih varijeteta. Uklanjanje perikarpa žira kod dva varijeteta (Tebessa i Batna) dalo je maksimalnu klijavost od 100%, dok su žirovi s perikarpom isključili 40 %. Rezultati dobiveni nave-

**Tablica 2.** Prosječno vrijeme klijanja (MGT) žira hrasta crnike  
**Table 2** Average germination time (MGT) of holm oak acorns

Dani / Days (T)	Proklijalo (kom) = n / Germinated (pcs) = n	Umnožak dana i proklijalih žirova / Product of days and germinated acorns (nT)
7	0	0
14	122	1708
21	184	3864
28	29	812
35	19	665
Ukupno / Total (Σn; ΣnT)	354	7049
Prosječno vrijeme klijanja (MGT) / Mean germination time (MGT) (MGT = ΣnT / Σn)		19,91 dana/days

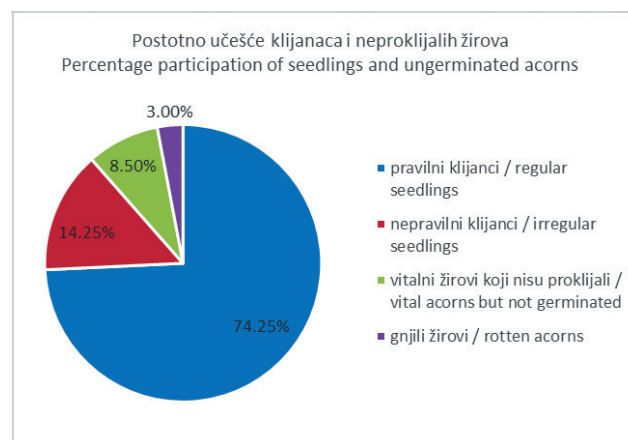
denim istraživanjem jasno pokazuju kako perikarp čini značajnu prepreku brzom i homogenom klijanju žira hrasta crnike.

U tablici 2. prikazan je podatak o prosječnom vremenu klijanja (MGT) žira koji je iznosio 19,91 dana.

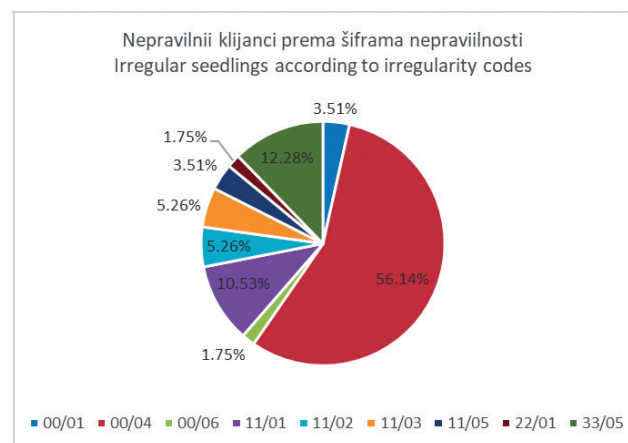
Na slici 4. Prikazano je postotno učešće pravilnih klijanaca hrasta crnike i ostalih kategorija.

Pravilnih klijanaca prema ISTA (1993) pravilima o procjeni klijanaca vrsta roda *Quercus* bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao, dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Ako se ukupno gledaju pravilni i nepravilni klijanca, klijavost je iznosila 88,50 %. To je važno, jer samo pretpostavljamo da će se iz nepravilnog klijanaca razviti i nepravilna sadnica na terenu.

Na slici 5. prikazano je postotno učešće nepravilnih klijanaca prema šifri nepravilnosti kako to definiraju ISTA (1993) pravila.



**Slika 4.** Postotno učešće klijanaca hrasta crnike i neprokljalih žirova  
**Figure 4.** Percentage participation of holm oak seedlings and ungerminated acorns



**Slika 5.** Postotno učešće nepravilnih klijanaca hrasta crnike prema šiframa nepravilnosti kako definiraju ISTA pravila  
**Figure 5.** Percentage participation of irregular holm oak seedlings according to irregularity codes as defined by the ISTA rules



**Tablica 3.** Dio klijanca koji se promatra, šifra i opis nepravilnosti prema ISTA pravilima

Table 3. The part of the seedlings that is observed, code and descriptions irregularity defined by the ISTA rules

Dio klijanca <i>Part of the seedling</i>	Šifra nepravilnosti <i>Irregularity code</i>	Opis nepravilnosti <i>Description of irregularities</i>
Cijeli klijanac / <i>The seedlings</i>	00/01	Deformiran / <i>Is deformed</i>
	00/04	Dva spojena klijanca klijanca / <i>Consist of fused twin seedlings</i>
	00/06	Žuti ili bijeli klijanac / <i>Is yellow or white</i>
Primarni korijen / <i>The primary root</i>	11/01	Zakržljao / <i>Is stunted</i>
	11/02	Kratak / <i>Is stubby</i>
	11/03	Nedovoljno razvijen / <i>Is retarded</i>
	11/05	Slomljen / <i>Is broken</i>
Terminalni pup i okolno tkivo / <i>The terminal bud and the surrounding tissue</i>	22/01	Deformiran / <i>Is deformed</i>
Primarni list-primjena pravila 50 % / <i>The primary leaves – apply the 50% rule</i>	33/05	Nekrotičan / <i>Are necrotic</i>

Najčešća nepravilnost (56,14 %) utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 %. Regent (1966, 1980) ističe kako je kod vrste *Quercus ilex* L. česta pojava dvostrukih (blizanci), pa i višestrukih biljki. U tablici 3. prikazano je koji dio nepravilnog klijanca se promatra, šifra i opis nepravilnosti prema ISTA pravilima.

Najveći broj prema šiframa nepravilnosti pojavljuje se kod primarnog korijena (4 šifre), slijedi cijeli klijanac (3 šifre), terminalni pup i okolno tkivo (1 šifra) i primarni list (1 šifra).

## ZAKLJUČAK CONCLUSION

Broj žirova hrasta crnike u 1 kg iznosio je 342 komada, dok je prosječna težina jednog žira iznosila 2,92 g. Ukupni vitalitet žira hrasta crnike bio je visok i iznosio je 90,25 %, dok su ostatak od 9,75 % činile nevitale sjemenke. Od vitalnog sjemena najveći postotak (79,50 %) čini sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni. Žira s kotiledonima koji imaju nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo je 10,75 %. U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana laboratorijska klijavost je iznosila je 30,50 %, nakon 21. dana 76,50 %, nakon 28. dana 83,75 % te nakon 35. dana 88,50 %. Klijavost iznad 80 % se smatra visokom i takvo sjeme ima prednost u rasadničkoj proizvodnji, posebno kontejnerskih sadnica. Razlika između procjene vitaliteta žira i ukupne laboratorijske klijavost iznosila je svega 1,75 %. S obzirom na to da je procjena vitaliteta šumskog sjemena brza i jeftinija metoda i rezultati se dobiju za samo 18 sati, dok se klijavost ispituje 28 ili 35 dana (ovisno o brzini klijanja) i puno je skuplji i složeniji postupak, za praksu se može na osnovi rezultata ovih istraživanja predložiti ispitivanje vitaliteta žira hrasta crnike, a ne laboratorijske klijavosti kako preporučuju ISTA (1993) pravila. Prosječno vrijeme klija-

nja (MGT) iznosilo je 19,91 dana. Pravilnih klijanaca bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao, dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Najčešća nepravilnost u iznosu od 56,14 % utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 % slučajeva. Buduća istraživanja treba usmjeriti prema šumarskoj genetici iz razloga pojave tako velikog postotka tzv. dvostrukih klijanaca i odgovoriti na pitanje da li je to rezultat oprašivanja ili nasljedna značajka žira hrasta crnike.

## LITERATURA REFERENCES

- Belamarić, B., 2011: Utjecaj stanišnih čimbenika na urod hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 109.
- Caliskan, S., 2014: Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning. *iForest* 7: 103-109.
- Drvodelić, D., 2010: Značajke sjemena i rasadnička proizvodnja nekih vrsta roda *Sorbus* L. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Disertacija. 568 str.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, V. Paulić, M. Rožman, 2011: Morfološko-biološke značajke plodova i sjemena bukve (*Fagus sylvatica* L.) s različitih nadmorskih visina. *Glasnik za šumske pokuse* 44: 1-18.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Šumarski list* 140(11-12): 539-546.
- Drvodelić, D., I. Poljak, I. Perković, M. Šango, K. Tumpa, I. Zegnal, M. Idžojtić, M., 2019: Ispitivanje laboratorijske klijavosti pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA. *Šumarski list*, (9-10), 469-477.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2020: Problematika sjemenarstva i rasadničarske proizvodnje sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) U: Ekologija, obnova i zaštita poplavnih šuma Posavine / Oršanić, Milan (ur.).

- Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 2020. str. 101-188.
- Gavranović Markić, A., 2022: Varijabilnost značajki plodonošenja, sjemena i sadnica u odabranim sjemenskim sastojinama obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 2022. Disertacija
  - Gosling, P. G., 2003: What is the relationship between a 'germination' test and a 'viability' test?, U: Proceedings of the ISTA Forest Tree and Shrub Seed Committee Workshop, Forestry and Game Management Research Institute Jiloviště-Strnady, CR and Forestry Commission Research Agency, UK, 48-50, Prague – Průhonice, Czech Republic.
  - Gradečki, M., K. Poštenjak, S. Crnković, 2006: Investigation of qualitative properties of the seeds. Radovi 9: 307-318.
  - Gradečki-Poštenjak, M., S. Novak Agbaba, R. Licht, D. Posarić, D., 2011: Dinamika plodnošenja i kvaliteta uroda sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u narušenim ekološkim uvjetima. Šumarski list, 135 (13), 169-180.
  - Idžojtić, M., 2009: Dendrologija list. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 903
  - La Mantia T, S. Cullotta, G. Garfi, 2003: Phenology and growth of *Quercus ilex* L. in different environmental conditions in Sicily (Italy). Ecol Medit 29 (1): 15-25.
  - ISTA, 1993: International rules for seed testing 1993. Seed Sci Technol., 21: 160-186.
  - ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing 2003, Volume II Tree & Shrub Species, The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland
  - Larcher, W., 1969: Zunahme des Frostabhärtungsvermögens von *Quercus ilex* im Laufe der Individualentwicklung. Oecol Plant, vol: (88): 130.-135.
  - Liñán, J., M. Cantos, J. Troncoso, J. et al., 2011: Some propagation methods for cloning holm oak (*Quercus ilex* L.) plants. cent. eur.j.biol. 6, 359-364.
  - Oršanić, M., D. Drvodelić, D. Ugarković, 2011: Ekološko-biološke značajke hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na otoku Rabu. Croatian Journal of Forest Engineering : Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, 32(1): 31-41.
  - Prpić, B., I. Tikvić, M. Idžojtić, Z. Seletković, 2011: Ekološka konstitucija značajnih vrsta drveća i grmlja. U: Šume hrvatskog Sredozemlja (S. Matić ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 245-269.
  - Regent, B., 1966: Nova, brza metoda određivanja kljivosti hrastova žira u kljalici, na podlozi od filter papira. Zagreb.
  - Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar-služba šumske proizvodnje, Beograd, 201 str.
  - Rodríguez-Molina, M. C., L. M. Torres-Vila, A. Blanco-Santos, E. P. Nunez, E. Torres-Álvarez, E., 2002: Viability of holm and cork oak seedlings from acorns sown in soils naturally infected with *Phytophthora cinnamomi*. Forest Pathology, 32(6), 365-372.
  - Seletković, Z., I. Tikvić, M. Vučetić, D. Ugarković, 2011: Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. U: Šume hrvatskog Sredozemlja (S. Matić ur.), Akademija šumarskih znanosti, zagreb, str. 142-156.
  - Sork, V.L., 1993: Evolutionary Ecology of Mast-Seeding in Temperate and Tropical Oaks (*Quercus* spp.). Vegetatio 107/108: 133-147.
  - Ugarković, D., Ž. Španjol, I. Tikvić, D. Kapučija, I. PlišoVusić, 2019: Microclimate differences in the degradation stages of holm oak (*Quercus ilex* L.) forests. Šumarski list 9-10: 391-402.
  - Vukelić, M., 2018: Utjecaj termoterapije na mikrobiotu, rasadničku kljivost žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i morfološke značajke sadnica golog korijena (1+ 0). Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Diplomski rad.
  - Zerrouki, A., M. Rached-kanouni, B. Touafchia, L. Redjaimia, K. Kara, N. Chetouh, 2022: The effect of pericarps on germination of holm oak (*Quercus ilex*). In proceedings of iv. International agricultural, biological & life science conference agbiol. 95 str.

## ABSTRACT

Holm oak forests in Croatia are in various stages of degradation, and one of them is maquis, which is a less favorable stage for the germination of holm oak seeds compared to holm oak stumps or stands of high growth form. Holm oak is a xerophytic species of forest trees. From the geological base, it comes from limestone, which is the most common in our Mediterranean area, and dolomite. Begins to flower in the eighth year of life, and the seed harvest begins at the age of 12 to 15 years, and the full harvest is every 4 to 6 years. The holm oak acorn crop is variable, where three abundant acorn crops were recorded in the eight-year period. The full harvest of holm oak depends on climatic conditions, but it also differs significantly between different habitats, especially the geological base and soil type. For laboratory analyses, holm oak acorns were collected in the area of G.J. "Kamenjak" on the island of Rab. The aforementioned G.J. managed by "Hrvatske šume d.o.o." The seeds were collected in department unit 15a, 16a, 26a and 27a in the period from 01/12/2020 to 10/01/2021. The collection was carried out using the method of shaking acorns from the trees onto mats placed under the canopy and the method of collecting fallen acorns from the ground. Assessment of seed vitality using the tetrazole method and laboratory germination was made according to the ISTA rules for holm oak. The percentage of laboratory germination was determined according to the percentage of normal seedlings that germinated normally after the 35th day of testing. The total vitality of holm oak acorns was high and amounted to 90.25 %, while the rest of 9.75 % consisted of non-vital seeds. Of the vital seeds, the largest percentage (79.50 %) consists of seeds with fully colored embryo and cotyledons. Acorns with cotyledons that has necrosis up to 1/3 on the distal part and are not connected to the embryonic cavity

was 10.75 %. In the first seven days, not a single acorn germinated, so the germination energy was 0.00 %. In the first 14 days, laboratory germination was 30.50 %, after the 21st day 76.50 %, after the 28th day 83.75 % and after the 35th day 88.50 %. The difference between the assessment of acorn vitality and total laboratory germination was only 1.75 %. The vitality assessment method is faster and cheaper than the germination test. We get the results of the vitality assessment in 18 hours, while we test the germination after 28 or 35 days. Practical procedures can be based on the results of these studies suggest testing the vitality of the holm oak and not the laboratory germination as recommended by the ISTA rules. The average germination time (MGT) was 19.91 days. There were 74.25 % of regular seedlings and 14.25 % of irregular ones. At the end of the test, 8.50 % of the visually healthy acorns did not germinate, while 3.00 % of the rotten acorns were found. The most common irregularity in the amount of 56.14 % was determined for the category of two joined seedlings, followed by necrosis of primary leaves (12.28 %) and stunted primary root (10.53 %). Other irregularities appear in less than 10,00 % of cases.

---

**KEY WORDS:** island of Rab, tetrazole method, ISTA rules, normal seedlings, abnormal seedlings



# KOLIČINE GORIVA U ŠUMSKOJ PROSTIRCI SASTOJINA HRASTA CRNIKE (*QUERCUS ILEX* L.) I HRASTA MEDUNCA (*QUERCUS PUBESCENS* WILLD.)

## FOREST FLOOR FUEL LOADS IN HOLM OAK (*Quercus ilex* L.) AND PUBESCENT OAK (*Quercus pubescens* Willd.) FORESTS

Nera BAKŠIĆ, Darko BAKŠIĆ\*

### SAŽETAK

Primjena novijih metoda daljinskih istraživanja, kao što su zračno i terestričko skeniranje lidarom te primjena „Structure-from-motion“ (SfM) fotogrametrije, nadopunila je terensko prikupljanje podataka i omogućila 3D kartiranje slojeva šumskih goriva, čime se značajno pojednostavnila i unaprijedila njihova karakterizacija. Ove metode, međutim, nisu uporabive za kvantificiranje značajki šumske prostirke za koju se podaci i dalje trebaju prikupljati klasičnim terenskim metodama, pri čemu se određuje prisutnost podhorizontata i njihova debljina, dok se značajke prostirke: gustoća, količina, udjel i zaliha ugljika određuju u laboratoriju. Stoga je i dalje standardna praksa izrada regresijskih jednadžbi koje operativcima omogućuju da na temelju debljine šumske prostirke, koja je lako mjerljiva varijabla, odrede količine raspoloživog goriva te zalihe ugljika u njoj, odnosno da na temelju debljina i gustoća pojedinih podhorizontata šumske prostirke odrede količine po podhorizontima i ukupno. Informacije o šumskoj prostirci koriste se u modelima za predikciju ponašanja i širenja šumskih požara, modelima učinka požara, zatim kod planiranja i praćenja mehaničke redukcije goriva, kvantificiranja potrošenog goriva i emisije dima, kvantificiranja zaliha ugljika, za opisivanje staništa i njegove produktivnosti te planiranje pripravnosti. S obzirom na to da sastojine hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) pridolaze u mediteranskom dijelu Hrvatske gdje je opasnost od šumskih požara najveća, a podaci koji su o šumskoj prostirci do sada publicirani nisu prikladni za navedene modele, glavni ciljevi istraživanja bili su utvrditi debljine, gustoće i količine pojedinih podhorizontata šumske prostirke te izraditi regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci na temelju njene debljine. Uzorkovanje šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike (starosti 60, 90 i 100 god.) obavljeno je na otocima Lastovu i Mljetu, dok je uzorkovanje u sastojinama hrasta medunca (starosti 53 i 90 god.) obavljeno u okolici Dugopolja i Biograda na Moru. Količina šumske prostirke i zaliha OC u starim sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca dvostruko je manja u odnosu na stare sastojine alepskog bora i dalmatinskog crnog bora. Na osnovi toga može se reći da borove sastojine imaju značajno veću količinu potencijalno raspoloživog goriva u šumskoj prostirci te su zbog toga potencijalno ugroženije požarima, ali i da pohranjuju dvostruko više ugljika u šumskoj prostirci. U ovoj su studiji za sastojine hrasta crnike i hrasta medunca, po prvi puta za Hrvatsku, određene gustoće pojedinih podhorizontata šumske prostirke te su izrađene regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci na temelju njene debljine po podhorizontima i ukupno. Rezultati ovog istraživanja imaju praktičnu vrijednost u jednostavnijem kvantificiranju količina goriva, što je važno u operativnoj primjeni modela za predikciju ponašanja i širenja šumskih požara, ali se mogu koristiti i u ostalim, prethodno spomenutim modelima.

**KLJUČNE RIJEČI:** hrast crnika, hrast medunac, šumska prostirka, količine goriva, zalihe ugljika

## UVOD INTRODUCTION

Šumska goriva predstavljaju kompleks potencijalno zapaljive žive i mrtve organske tvari, odnosno biomase u šumi (Keane 2015). Sastoje se od jednog ili više slojeva u gotovo beskonačnim kombinacijama s obzirom na vrstu, količinu, oblik, poziciju i raspored (Schroeder i Buck 1970). Šumska se goriva obično razvrstavaju u tri osnovna sloja na temelju njihovog utjecaja na ponašanje požara: sloj podpovršinskih goriva (engl. *ground fuels*) kojega čine OF i OH podhorizonti šumske prostirke, sloj površinskih ili prizemnih goriva (engl. *surface fuels*) kojega čine površinski sloj šumske prostirke OL, prizemno rašće (živo i mrtvo), te mrtvo drvo i grmlje do 2 m visine i sloj goriva krošanja (engl. *canopy fuels*) (Keane, 2015). Detaljnija raščlamba pojedinog sloja goriva ili dodavanje međuslojeva, vezana je uz nacionalne klasifikacije pojedinih zemalja ili čak pojedinih regija unutar iste zemlje, a temelji se na specifičnostima šumskih ekosustava tih područja. Komponente goriva u pojedinom sloju mogu biti definirane po količini, veličini (promjeru čestica goriva), stanju (živo ili mrtvo), materijalu (drvenasto ili zeljasto), vrsti itd., a svaka od ovih komponenti ima različita kemijska i fizička svojstva koja utječu na ponašanje šumskog požara, odnosno njegovo širenje, intenzitet i žestinu.

Detaljne i točne informacije o šumskim gorivima ključne su za predikcijske modele ponašanja i širenja šumskog požara, kao i za predikcijske modele učinka (posljedica) požara. Iste se informacije koriste i kod planiranja i praćenja mehaničke redukcije goriva, kvantificiranja potrošenog goriva i emisije dima prilikom kontroliranih ili šumskih požara, kvantificiranja zaliha ugljika, zatim za opisivanje staništa i njegove produktivnosti te planiranje pripravnosti (Lavoie i dr. 2010, Keane i dr. 2012). Izbor karakteristika goriva koje se koriste u modelu, ovisno o njegovoj namjeni. Izmjeriti, opisati i kartirati šumska goriva vrlo je zahtjevno s obzirom na već spomenutu izrazito veliku prostornu i vremensku varijabilnost njihovih svojstava. Opsesno terensko uzorkovanje temeljni je način prikupljanja podataka o karakteristikama šumskih goriva za potrebe preciznog modeliranja (i kartiranja), ali je zahtjevno, dugotrajno i skupo. Primjena novijih metoda daljinskih istraživanja, kao što su zračno (engl. *Airborne Lidar scanning – ALS*) i terestričko skeniranje lidarom (engl. *terrestrial laser scanning – TLS*) te primjena „Structure-from-motion“ (SfM) fotogrametrije nadopunila je terensko prikupljanje podataka i omogućila 3D kartiranje slojeva goriva, čime je značajno pojednostavnila i unaprijedila karakterizaciju nadzemnih komponenti šumskih goriva. Ove metode, međutim, pokazuju i određena ograničenja prilikom karakterizacije nadzemnih komponenti šumskih goriva kod gustih i višeslojnih sastojina kakve su npr. tipične za područje Mediterana. TLS se, ovisno o gustoći sastojine, može koristiti prilikom kartiranja površinske distribucije šumske prostirke, ali nije u

mogućnosti prodrijeti u šumsku prostirku pa nije moguće odrediti njenu debljinu i gustoću (Prichard i dr. 2022). Stoga se šumska prostirka i dalje treba prikupljati klasičnim terenskim metodama, pri čemu se određuje prisutnost podhorizontata i njihova debljina, dok se značajke prostirke: gustoća, količina, udio i zaliha ugljika određuju u laboratoriju. Standardna je praksa izrada regresijskih jednadžbi koje operativcima omogućuju da na temelju debljine šumske prostirke koja je lako mjerljiva varijabla, odrede količine raspoloživog goriva te zalihe ugljika u njoj, odnosno da se na temelju debljina i gustoća pojedinih podhorizontata šumske prostirke odrede količine po podhorizontima i ukupno (Brown i dr. 1982, Wagtendonk i dr. 1998, Brown i dr. 2004, Knapp i dr. 2005, Letang i de Groot 2012, DiMario i dr. 2018, Bakšić i Bakšić 2017, 2020).

Šumska prostirka, odnosno O horizont, predstavlja sveukupni organski materijal na površini mineralnog dijela tla koji se nalazi u različitim stadijima razgradnje. Ovisno o stanišnim uvjetima, može imati tri sloja, odnosno podhorizonta. Površinski podhorizont ili listinac (OL ili Oi), sastoji se od nepromijenjenih, recentno akumuliranih organskih ostataka kao što su lišće, iglice, grančice, plodovi, kora i slično. Ispod njega se nalazi tamniji podhorizont (OF ili Oe) koji čine fragmentirani, umjereno razgrađeni i transformirani, djelomično ili teško prepoznatljivi biljni i životinjski ostatci, često prožeti micelijem gljiva, a između njega i mineralnog dijela tla može se nalaziti i sloj s humificiranim organskim ostacima (OH ili Oa) (Banwell i dr. 2013). Slojevi šumske prostirke imaju različita kemijska i fizička svojstva (kemijski sastav, gustoća, debljina, količina, udio vlage, kapacitet za vodu, mineralni udio – udio pepela) (Miyanihi 2001, Banwell i Varner 2014, Berg i McClougherty 2014, Banwell i dr. 2013, Keane 2015, Slijepčević i dr. 2015, 2018), koja utječu na vrstu i stupanj izgaranja te posljedično i na učinke požara, pa se tretiraju kao zasebne komponente u uvodno navedenim modelima. Osim toga, uzorkovanje po pojedinim podhorizontima povećava i točnost procjene količina potencijalnog goriva i zaliha ugljika (Brown i dr. 1982, Smith i Heath 2002, Schulp i dr. 2008, Chojnacky i dr. 2009, Bakšić i Bakšić 2020).

Za ovu studiju odabrane su sastojine hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) jer one pridolaze u mediteranskom području Hrvatske gdje je opasnost od šumskih požara najveća, a podaci koji su o šumskoj prostirci do sada publicirani (Topić 1992, Martinić 2003, Križnjak i dr. 2017) nisu prikladni za primjenu u navedenim modelima.

U skladu s nevedenim, postavljeni su sljedeći ciljevi istraživanja:

- utvrditi debljine, gustoće i količine pojedinih podhorizontata šumske prostirke te šumske prostirke ukupno u sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca,

– izraditi regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci na temelju njene debljine po podhorizontima i ukupno.

nje u sastojinama hrasta medunca obavljeno u okolici Dugopolja i Biograda na Moru (slika 1, tablica 1).

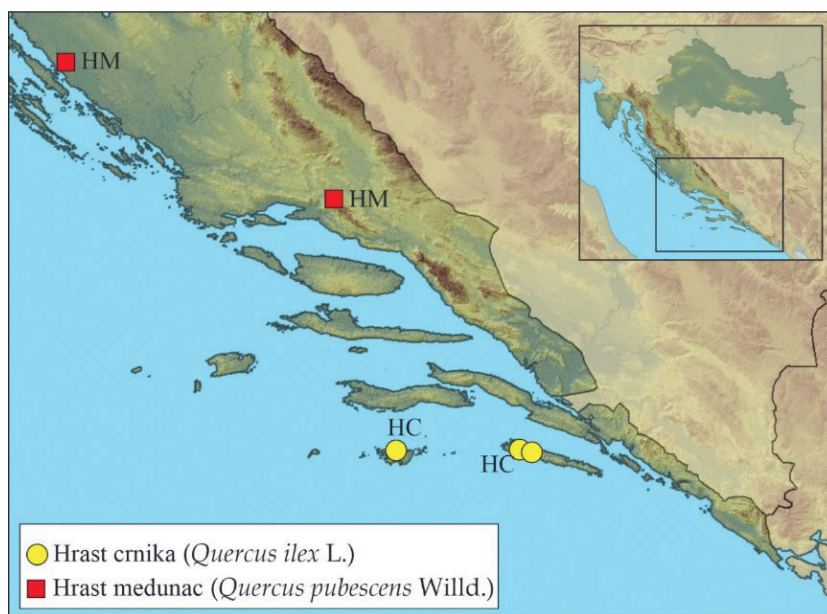
## MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA MATERIAL AND METHODS OF RESEARCH

### Područje istraživanja – *Research area*

Uzorkovanje šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike obavljeno je na otocima Lastovu i Mljetu, dok je uzorkova-

### Uzorkovanje šumske prostirke – *Sampling of the forest floor*

šumska prostirka uzorkovana je unutar okvira dimenzija 30 cm × 30 cm po metodologiji detaljno opisanoj u Bakšić i Bakšić (2017, 2020). Zasebno su uzorkovani podhorizonti šumske prostirke OL, OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub> i OH (Schulp i dr. 2008) – slika 3. Nastojalo se obuhvatiti što širi raspon debljina šumske prostirke, kako bi se mogle izraditi bolje regresijske jednadžbe.



**Slika 1.** Položaji ploha u sastojinama hrasta crnike (žuti krugovi) i hrasta medunca (crveni kvadrati).

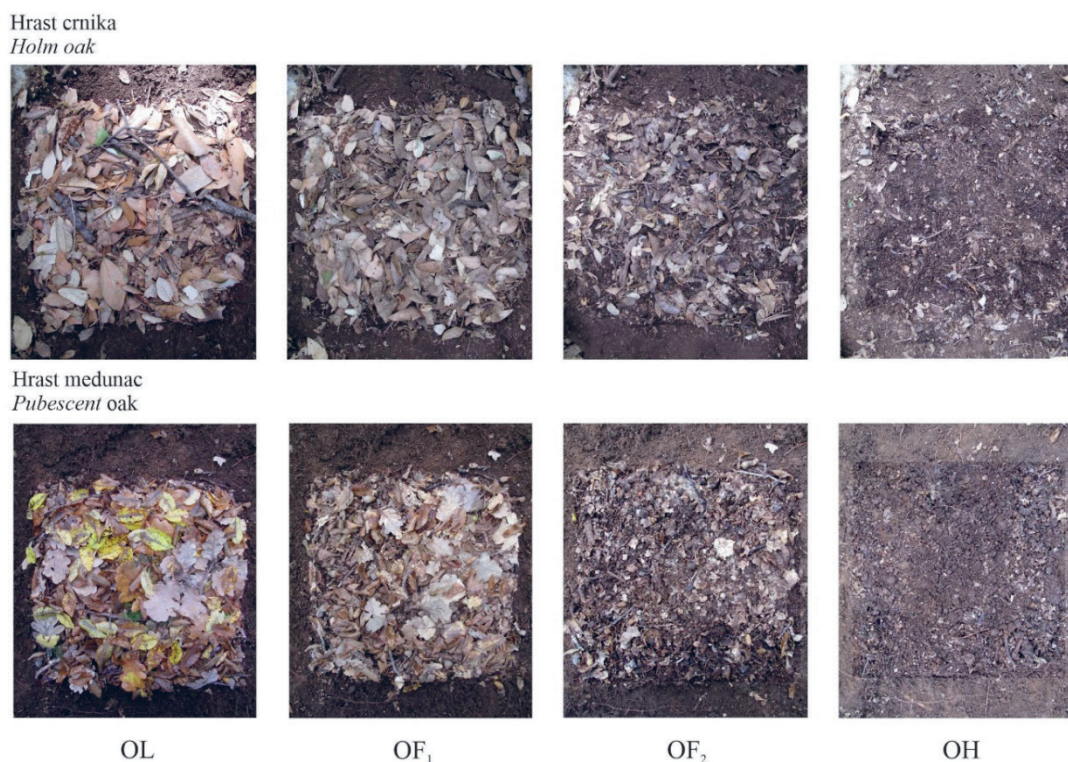
**Figure 1.** Plot positions in holm oak (yellow circles) and pubescent oak (red squares) stands.

**Tablica 1.** Položaji ploha na kojima je obavljeno terensko uzorkovanje šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca. Ukupno je uzeto 50 uzoraka (10 po lokalitetu).

**Table 1.** Locations of plots where field samples of forest floor were collected in holm oak and pubescent oak stands. A total of 50 samples were taken (10 per location).

Područje <i>Area</i>	Lokalitet <i>Location</i>	N	E	Vrsta <i>Species</i>	Gospodarska jedinica <i>Management Unit</i>	Odjel/odsjek <i>Department</i>	Starost <i>Age</i>	Oznaka <i>Symbol</i>
Mljet	Planjak	42°46'16,4"	17°25'31,6"	<i>Q. ilex</i>	NP Mljet	37	60	HC60
Lastovo	Zaklopatica	42°46'06,9"	16°52'25,7"	<i>Q. ilex</i>	privatno	privatno <i>private</i>	90	HC90
Mljet	Velika Dolina	42°46'15,7"	17°24'31,5"	<i>Q. ilex</i>	NP Mljet	39c	100	HC100
Biograd	Gaj	43°57'48,0"	15°27'14,5"	<i>Q. pubescens</i>	Biograd	3a; 7a	53	HM53
Dugopolje	Dugopolje	43°34'46,2"	16°35'08,5"	<i>Q. pubescens</i>	privatno	privatno <i>private</i>	90	HM90





**Slika 2.** Uzorkovanje šumske prostirke  
**Figure 2** Sampling of the forest floor

### Laboratorijske analize šumske prostirke – *Laboratory analysis of the forest floor*

Masa suhe tvari uzoraka šumske prostirke određena je gravimetrijskom metodom nakon sušenja uzoraka na 100 °C 48 sati. Količina goriva izražena je masom suhe tvari po jedinici površine (kg m<sup>-2</sup>). Udio organskog ugljika – OC (HRN ISO 10694, 2004) u uzorcima šumske prostirke starih sastojina HC100 i HM90<sup>1</sup> određen je suhim spaljivanjem u Flash 2000<sup>®</sup> Combustion NC Soil Analyzer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) na po 5 zasebno uzetih uzoraka u OL, OF i OH podhorizontima. Udio vode (HRN ISO 11465:2004) određen je sušenjem uzoraka šumske prostirke (50 °C) do konstantne mase.

### Analiza podataka – *Data analysis*

Statističke analize napravljene su pomoću programa Excel i Statistica 14 (TIBCO Software Inc. 2020). Za debljine i gustoće šumske prostirke, po slojevima prostirke i prema starosti sastojine, navedene su aritmetičke sredine i standardne devijacije. Za količine šumske prostirke, po slojevima i starosti sastojine, prikazana je deskriptivna statistika: broj uzo-

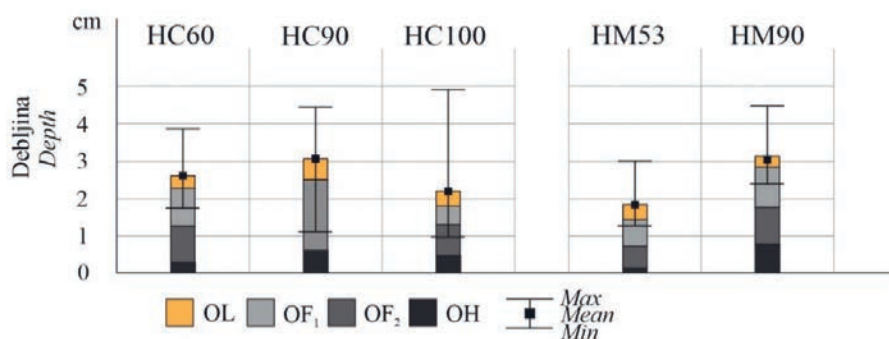
<sup>1</sup> Zbog vremenskih i financijskih ograničenja u razdoblju istraživanja udio ugljika kao i zalihe ugljika nisu određene u mladim sastojinama navedenih vrsta hrastova. Međutim kako do sada nema publiciranih podataka o udjelu i zaliha ugljika u šumskoj prostirci za hrast crniku i medunac, smatrali smo da dobivene rezultate treba uključiti u ovaj rad.

raka, aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum i maksimum. Razlike debljina, gustoća i količina prostirke između istovrsnih podhorizonta za sastojine hrasta crnike po starosti testirane su analizom varijance ako je bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance. Kad je analiza varijance pokazala da postoji statistički značajna razlika, pojedinačne razlike testirane su Tukey-evim višestrukim post hoc testom (Petz i dr. 2012), odnosno ako nije bio zadovoljen uvjet homogenosti varijance, testiranje je obavljeno Kruskal-Wallisov-im neparametrijskim testom. Razlike debljina, gustoća i količina prostirke između istovrsnih podhorizonta za sastojine hrasta medunca testirane su t-testom. Regresijskom analizom utvrđena je veza debljina prostirke i pripadajućih količina te su dane jednadžbe regresijskih modela s pripadajućim evaluacijskim parametrima: standardna pogreška, p-vrijednost, srednja pogreška, srednja apsolutna pogreška, korijen srednje kvadratne pogreške i koeficijent determinacije. Razlike udjela i zaliha OC između starih sastojina hrasta crnike HC100 i hrasta medunca HM90 testirane su t-testom.

## REZULTATI RESULTS

### Debljina i gustoća šumske prostirke – *Forest floor depth and bulk density*

Debljina šumske prostirke u sastojini hrasta crnike HC60 iznosila je  $2,8 \pm 0,7$  cm (aritm. sred. + std. dev.), u sastojini HC90  $3,2 \pm 1,2$  cm, a u sastojini HC100  $2,3 \pm 1,1$  cm



**Slika 3.** Srednje vrijednosti debljine (cm) podhorizonta šumske prostirke OL, OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub> i OH za sastojine hrasta crnike HC60, HC90 i HC100 te hrasta medunca HM53 i HM90 (N = 10 za svaku sastojinu).

**Figure 3.** Mean depth (cm) of forest floor subhorizons OL, OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub>, and OH for holm oak stands HC60, HC90, and HC100 and pubescent oak stands HM53 and HM90 (N = 10 for each stand).

(slika 3). Maksimalna utvrđena debljina šumske prostirke iznosila je 5 cm (HC100). Sastojina HC60 ima statistički značajno tanji OL-podhorizont ( $F = 4,942$ ;  $p = 0,015$ ) od sastojine HC90, dok istovremeno ima statistički značajno deblji OF<sub>1</sub>-podhorizont od sastojine HC100 ( $F = 15,751$ ;  $p < 0,001$ ). U sastojini HC90 OF-podhorizont nije razdvajan na OF<sub>1</sub> i OF<sub>2</sub> pa zbog toga nije ni uspoređivan. Ne postoji statistički značajna razlika između OF<sub>2</sub> podhorizonta između sastojina HC60 i HC100, a niti između OH-podhorizonta i ukupne debljine šumske prostirke za sve tri sastojine hrasta crnike. Kako nisu utvrđene statistički značajne razlike u gustoćama između istovrsnih podhorizonta sastojina hrasta crnike različitih starosti, dana je srednja vrijednost gustoća za sve uzorke (N = 30 za OL i OH; N = 20 za OF<sub>1</sub> i OF<sub>2</sub>). Gustoća OL podhorizonta iznosila je  $23,4 \pm 3,7 \text{ kg m}^{-3}$ , OF<sub>1</sub> podhorizonta  $116,2 \pm 16,1 \text{ kg m}^{-3}$ , OF<sub>2</sub> podhorizonta  $175,1 \pm 19,9 \text{ kg m}^{-3}$ , a OH podhorizonta  $233,3 \pm 40,0 \text{ kg m}^{-3}$ .

Debljina prostirke u sastojini hrasta medunca HM53 iznosila je  $1,9 \pm 0,5 \text{ cm}$ , a u sastojini hrasta medunca HM90  $3,2 \pm 0,7 \text{ cm}$  (slika 3). Maksimalna utvrđena debljina šumske prostirke iznosila je 4,6 cm (HM90). Sastojina HM90 ima statistički značajno deblje sve podhorizonte OL ( $t = 2,867$ ;  $p = 0,012$ ), OF<sub>1</sub> ( $t = -3,800$ ;  $p = 0,001$ ), OF<sub>2</sub> ( $t = -2,308$ ;  $p = 0,033$ ) i OH ( $t = -4,527$ ;  $p < 0,001$ ) od sastojine HM53 pa se može reći da pokazuje jasan trend porasta debljine sa starošću. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u gustoćama između OL, OF<sub>1</sub> i OF<sub>2</sub> podhorizonta sastojina hrasta medunca, dok je za OH podhorizont utvrđena statistički značajna razlika ( $t = -3,747$ ;  $p = 0,002$ ). Gustoća OL podhorizonta iznosi  $22,2 \pm 2,9 \text{ kg m}^{-3}$ , OF<sub>1</sub> podhorizonta  $110,3 \pm 14,3 \text{ kg m}^{-3}$ , OF<sub>2</sub>-podhorizonta  $174,3 \pm 37,8 \text{ kg m}^{-3}$ , OH-podhorizonta za sastojinu HM53  $167,9 \pm 37,8 \text{ kg m}^{-3}$ , a OH podhorizonta za sastojinu HM90  $229,2 \pm 30,0 \text{ kg m}^{-3}$ .

### Količina goriva u šumskoj prostirci – Forest floor fuel load

Za ukupne količine šumske prostirke nisu utvrđene statistički značajne razlike između sastojina hrasta crnike različitih starosti. Za HC60 srednja vrijednost količine prostirke

iznosi  $3,91 \text{ kg m}^{-2}$ , za HC90  $4,32 \text{ kg m}^{-2}$ , a za HC100  $3,31 \text{ kg m}^{-2}$  (tablica 2). Maksimalna utvrđena količina prostirke iznosi  $8,19 \text{ kg m}^{-2}$  (HC100). Koeficijenti varijacije za OL i OF<sub>1</sub> podhorizonte za sve sastojine hrasta crnike kreću se u rasponu od 28 % do 45 %, dok OF<sub>2</sub> i OH imaju veće koeficijente varijacije, u rasponu od 54 % do 95 %. Za sastojinu HC60 utvrđena je statistički značajno manja količina prostirke u OL podhorizontu ( $F = 4,516$ ;  $p = 0,020$ ) od sastojine HC90, dok istovremeno ima statistički značajno veću količinu u OF<sub>1</sub>-podhorizontu ( $F = 14,671$ ;  $p < 0,001$ ) od sastojine HC100. Ne postoji statistički značajna razlika između OF<sub>2</sub> podhorizonta između sastojina HC60 i HC100, a niti između OH podhorizonta za sve tri sastojine hrasta crnike.

Ukupna količina prostirke za sastojinu HM53 iznosi  $2,09 \text{ kg m}^{-2}$ , a za HM90  $4,92 \text{ kg m}^{-2}$  (tablica 2). Maksimalna utvrđena količina prostirke u sastojini HM90 iznosi  $8,60 \text{ kg m}^{-2}$ . Koeficijenti varijacije za OL i OF<sub>1</sub> podhorizonte kreću se u rasponu od 22 % do 44 %, dok su za OF<sub>2</sub> i OH podhorizonte veći, a kreću se u rasponu od 37 % do 115 %. Za OL podhorizont nije utvrđena statistički značajna razlika između sastojina hrasta medunca. Starija sastojina HM90 statistički se značajno razlikuje od sastojine HM53 po većoj količini OF<sub>1</sub> ( $t = -3,885$ ;  $p < 0,001$ ), OF<sub>2</sub> ( $t = 2,964$ ;  $p = 0,008$ ) i OH podhorizonta ( $t = -5,038$ ;  $p < 0,001$ ) (tablica 2).

### Regresijske jednadžbe za procjenu količine šumske prostirke na temelju njene debljine – Regression equations for estimating forest floor loads as a function of forest floor depth

Regresijskom analizom utvrđena je statistički značajna veza debljina i količina šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca te su dane regresijske jednadžbe za OL podhorizont (HC – tablica 3, red 1; HM – tablica 3, red 4), zatim za OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub> i OH zajedno (HC – tablica 3, red 2; HM – tablica 3, red 5) te za ukupnu prostirku (HC – tablica 3, red 3; HM – tablica 3, red 6). Odnos regresijskih jednadžbi za procjenu ukupne količine šumske prostirke temeljem njene debljine za hrast crniku i hrast medunca prikazan je na slici 4.

**Tablica 2.** Količina goriva u šumskoj prostirci po podhorizontima OL, OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub> i OH u sastojinama hrasta crnike HC60, HC90, HC100 i sastojinama hrasta medunca HM53 i HM90 (N = 10 za svaku sastojinu).

**Table 2.** Forest floor fuel load by subhorizons OL, OF<sub>1</sub>, OF<sub>2</sub>, and OH in holm oak stands HC60, HC90, HC100, and pubescent oak stands HM53 and HM90 (N = 10 for each stand).

Podhorizont Subhorizon	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Min. Min.	Maks. Max.	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Min. Min.	Maks. Max.	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Min. Min.	Maks. Max.	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Min. Min.	Maks. Max.	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Min. Min.	Maks. Max.
kg m <sup>-2</sup>															
	HC60			HC90			HC100			HM53			HM90		
OL	0,09 ± 0,03	0,05	0,14	0,14 ± 0,04	0,09	0,20	0,11 ± 0,03	0,06	0,15	0,10 ± 0,04	0,04	0,18	0,06 ± 0,03	0,04	0,12
OF <sub>1</sub>	1,23 ± 0,43	0,65	1,90	2,60 ± 1,01	1,03	4,21	0,61 ± 0,27	0,38	1,16	0,80 ± 0,23	0,46	1,20	1,24 ± 0,27	0,88	1,66
OF <sub>2</sub>	1,83 ± 0,73	0,83	3,17				1,46 ± 0,80	0,40	3,40	0,91 ± 0,69	0,20	2,57	1,82 ± 0,68	0,82	2,82
OH	0,76 ± 0,41	0,29	1,40	1,58 ± 1,13	0,25	3,79	1,13 ± 1,08	0,11	3,50	0,28 ± 0,32	0,00	0,90	1,80 ± 0,90	0,85	4,06
Ukupno Total	3,91 ± 1,15	2,72	6,57	4,32 ± 1,70	1,40	6,05	3,31 ± 2,01	1,01	8,19	2,09 ± 1,01	1,04	4,52	4,92 ± 1,41	3,83	8,60

### Zaliha ugljika u šumskoj prostirci starih sastojina hrasta crnike i hrasta medunca – Carbon stocks in the forest floor of old stands of holm oak and pubescent oak

Sastojine HC100 i HM90 imaju podjednak udio OC u OL podhorizontu, dok sastojina HC100 ima statistički značajno

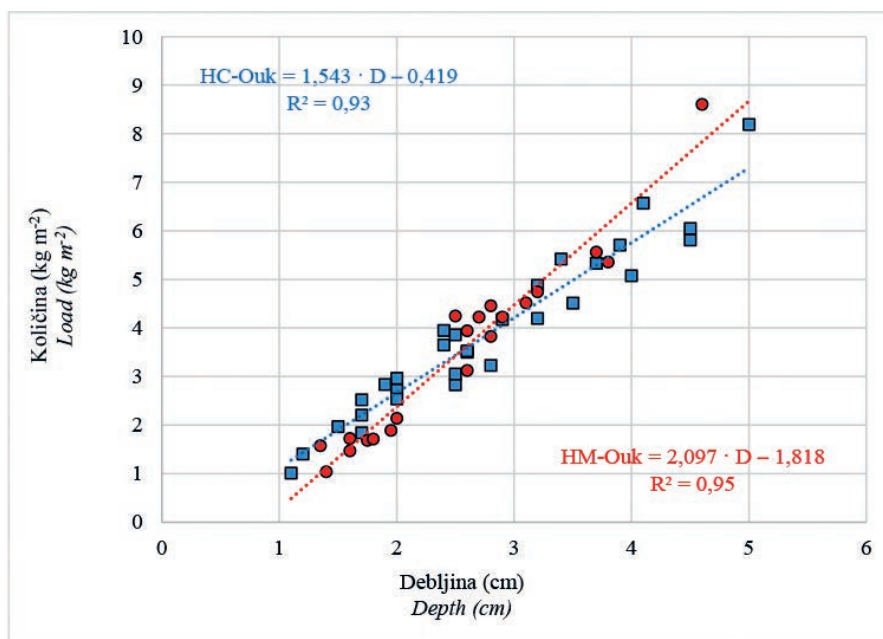
manji udio OC u OF (t = -7,839; p < 0,001) i OH (t = -2,895; p = 0,02) podhorizontima u odnosu na HM90. U OL podhorizontu HC100 ima statistički značajno veću količinu šumske prostirke (t = 3,529; p = 0,002, tablica 1) i zalihi OC (t = 3,461; p = 0,003), dok u OF podhorizontu ima statistički značajno manju količinu šumske prostirke

**Tablica 3.** Regresijske jednadžbe za procjenu količine šumske prostirke (kg m<sup>-2</sup>) temeljem izmjerene debljine (cm). OL: količina prostirke u OL podhorizontu, OFH: količina prostirke u OF i OH podhorizontima, Ouk: ukupna količina prostirke, D: debljina pojedinih podhorizonta ili ukupne prostirke, SE<sub>x</sub>: standardna pogreška regresijskog koeficijenta, SE<sub>i</sub>: standardna pogreška intercepta, MBE: srednja bias pogreška, MAE: srednja apsolutna pogreška, RMSE: korijen srednje kvadratne pogreške, R<sup>2</sup>: koeficijent determinacije.

**Table 3.** Regression equations for estimating forest floor fuel loads (kg m<sup>-2</sup>) as a function of forest floor depths (cm). OL: load of OL subhorizon, OFH: load of OF and OH subhorizons, Ouk: load of forest floor in total, D: depth of forest floor subhorizons or forest floor in total, SE<sub>x</sub>: standard error of the regression coefficient, SE<sub>i</sub>: standard error of the intercept, MBE: mean bias error, MAE: mean absolute error, RMSE: root mean square error, R<sup>2</sup>: coefficient of determination.

Br. No.	Regresijska jednadžba Regression equations	SE <sub>x</sub>	SE <sub>i</sub>	p	Statistički parametri Statistical parameters			
					MBE	MAE	RMSE	R <sup>2</sup>
HC								
1	OL = 0,230 · D	0,064	-	< 0,001	-0,001	0,013	0,018	0,82
2	OFH = 1,644 · D	0,317	-	< 0,001	0,002	0,355	0,421	0,93
3	Ouk = 1,543 · D - 0,419	0,080	0,235	< 0,001	0,000	0,353	0,429	0,93
HM								
4	OL = 0,230 · D	0,006	-	< 0,001	0,016	0,008	0,011	0,93
5	OFH = 1,959 · D - 0,852	0,092	0,213	< 0,001	-0,001	0,337	0,398	0,95
6	Ouk = 2,097 · D - 1,818	0,115	0,309	< 0,001	0,000	0,344	0,417	0,95





**Slika 4.** Odnos regresijskih jednadžbi za procjenu ukupne količine šumske prostirke na temelju njene debljine za hrast crniku (plavi kvadrati) i hrast medunac (crveni krugovi).

**Figure 4.** Relation of regression equations for estimating forest floor load based on its depth for holm oak (blue squares) and pubescent oak (red circles).

( $t = -2,587$ ;  $p = 0,019$ ) i manje OC zalihe ( $t = -6,710$ ;  $p < 0,001$ ). U OH podhorizontu HC 100 i HM90 nemaju statistički značajno različite količine šumske prostirke, dok HC100 ima statistički značajno manju zališu OC ( $t = -2,644$ ;  $p = 0,02$ ). Ukupne količine šumske prostirke između sastojina HC i HM nisu statistički značajno različite, dok je ukupna zališa OC statistički značajno manja u HC100 ( $t = -5,165$ ;  $p < 0,001$ )

## RASPRAVA DISCUSSION

Na debljinu, količinu i sastav šumske prostirke te posljedično zališu pohranjenog ugljika u njoj utječu brojni čimbenici, kao što su zastupljenost biljnih vrsta, produkcija biomase, varijacije u klimatskim prilikama, svojstva tla, stopa akumulacije i razgradnje, kao i način gospodarenja

**Tablica 4.** Udio i zaliha OC po OL, OF i OH podhorizontima šumske prostirke i ukupno u sastojinama hrasta crnike HC100 i hrasta medunca HM90.  
**Table 4.** OC content and OC stock by forest floor subhorizons OL, OF and OH and total in stands of holm oak HC100 and pubescent oak HM90.

Podhorizont Subhorizon	S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Udio OC OC content		S.v. ± s.d. M.v. ± s.d.	Zaliha OC OC stock	
		Min. Min. %	Maks. Max.		Min. Min.	Maks. Max.
HC100						
OL	50,2 ± 0,4	49,7	50,7	0,05 ± 0,02	0,00	0,08
OF	23,4 ± 4,9	17,0	30,1	0,48 ± 0,23	0,01	0,80
OH	19,3 ± 4,9	14,5	25,4	0,22 ± 0,21	0,00	0,67
Ukupno Total	30,9 ± 14,7	14,5	50,7	0,76 ± 0,43	0,02	1,55
HM90						
OL	50,7 ± 0,8	49,9	52,0	0,03 ± 0,01	0,00	0,06
OF	42,2 ± 2,2	38,9	44,3	1,29 ± 0,31	0,02	1,19
OH	27,1 ± 3,5	24,1	30,9	0,49 ± 0,24	0,03	1,10
Ukupno Total	40,0 ± 10,4	24,1	52,0	1,81 ± 0,43	0,06	2,35

(Schulp i dr. 2008; Keane i dr. 2012; Kreye i dr. 2014). Kod sastojina hrasta crnike zabilježen je negativan trend, odnosno smanjenje debljina i količina šumske prostirke sa starošću ako se promatraju srednje vrijednosti, međutim kod starih sastojina raspon debljina i količina je veći, a maksimalno utvrđene vrijednosti su najveće. Sličan trend za šumsku prostirku hrasta crnike za stare šume pojašnjen je većom stopom razgradnje, odnosno pojavom specijaliziranih mikrobnih zajednica (Mayer 2008, Badalamenti i dr. 2019). Kod hrasta medunca prisutan je trend povećanja debljine i količine šumske prostirke sa starošću, što je zabilježeno i za alepski bor (Bakšić i Bakšić 2017) i dalmatinski crni bor (Bakšić i Bakšić 2020).

Utvrđene debljine i količine šumske prostirke za hrast crniku iz ove studije u potpunosti se podudaraju s ranijim rezultatima istraživanja Martinovića (2003), koji za sastojine hrasta crnike u južnoj Dalmaciji navodi debljine šumske prostirke u rasponu od 1,2 cm do 3,6 cm s količinama od 1,8 kg m<sup>-2</sup> do 5,41 kg m<sup>-2</sup>. Odnos debljina i količina uklapa se u danu regresijsku jednadžbu za procjenu ukupne količine šumske prostirke (slika 4). Rezultate dobivene za hrast medunca nije moguće usporediti s nekim ranije provedenim istraživanjem u Hrvatskoj, jer za jedino istraživanje o količini prostirke u sastojinama hrasta medunca (Topić 1992), nema navedenih debljina. Količina šumske prostirke u sastojinama hrasta medunca u istraživanju Topića (1992) bila je značajno manja i kretala se u rasponu od 0,28 kg m<sup>-2</sup> do 0,71 kg m<sup>-2</sup>, što se može pripisati značajno mlađim sastojinama (28 godina). Za šumu hrasta medunca iznad 105 godina starosti Badalamenti i dr. (2019) navode ukupnu količinu šumske prostirke od 6,98 kg m<sup>-2</sup> i zaliha OC od 1,1 kg m<sup>-2</sup> za koju bi se moglo reći da je podjednaka vrijednostima iz ove studije, međutim odnos po podhorizontima značajno se razlikuje. Tako su u studiji Badalamenti i dr. (2019) količine šumske prostirke u OL i OF podhorizontima značajno veće, dok OH podhorizont u potpunosti izostaje. Udjeli OC u podhorizontima OL i OF značajno su veći u ovoj studiji. Značajno veći udio OC i postojanje OH podhorizonta u našoj studiji upućuju na viši stupanj humifikacije i akumulacije (humizacije) humusnih tvari.

Iako ukupne količine šumske prostirke u starim sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca nisu statistički značajno različite, zaliha OC u šumskoj prostirci hrasta crnike statistički je značajno manja, a razlog je značajno manji udio OC u OF i OH podhorizontima. To bi se moglo pripisati drugačijoj dinamici razgradnje organske tvari i njene mineralizacije, što bi bilo u skladu s rezultatima istraživanja Santonja i dr. (2022), prema kojima je brža dekompozicija listinca hrasta crnike u odnosu na listinac hrasta medunca.

Prirodni trend porasta gustoće u šumskoj prostirci od površine prema mineralnom dijelu tla, od OL do OH podho-

rizonta (Schulp i dr. 2008, Chojnacky i dr. 2009, Keane 2015, De Vos i dr. 2015) potvrđen je i u ovoj studiji. Vrijednosti gustoća šumske prostirke za hrast crniku i hrast medunca uklapaju u prosječne vrijednosti za listače za OL i OF+OH (Schulp i dr. 2008), odnosno u OF i OH podhorizontima slične su srednjim vrijednostima koje za Europske vrste daju De Vos i dr. (2015), dok su u OL podhorizontu niže. Dobivene gustoće po podhorizontima šumske prostirke, uz podatak o debljini pojedinog podhorizonta, omogućuju procjenu količine prostirke, a uz poznavanje udjela OC u pojedinim podhorizontima omogućuju i procjenu zaliha OC. Detaljno pojašnjenje nalazi se u dodatnom materijalu istraživanja Bakšić i Bakšić (2020).

Prvi su puta izrađene regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci na temelju njene debljine po podhorizontima i ukupno za sastojine hrasta crnike i hrasta medunca. S obzirom da su razlike u gustoćama između OL te OF+OH podhorizonta značajne, najbolje je koristiti zasebne regresijske jednadžbe za OL (tablica 3, jednadžba 1 za HC, odnosno jednadžba 4 za HM) te regresijske jednadžbe za OF+OH (tablica 3, jednadžba 2 za HC, odnosno jednadžba 5 za HM). Dobivene vrijednosti količina prostirke zatim treba sumirati. Moguće je koristiti i regresijske jednadžbe za izračun ukupne količine šumske prostirke, ali tek ako je OF+OH deblji od 1 cm, odnosno kada je ukupna debljina prostirke iznad 2,5 cm (tablica 3, jednadžba 3 za HC ili jednadžba 6 za HM), za što je potrebno odrediti samo ukupnu debljinu prostirke.

S obzirom na to da su u mediteranskom području Hrvatske najznačajnije i požarima najugroženije sastojine alepskog bora i crnog bora te hrasta crnike i hrasta medunca praktično je usporediti dobivene rezultate za šumsku prostirku s rezultatima za navedene borove (Bakšić i Bakšić 2017, 2020). Količina šumske prostirke i zaliha OC u starim sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca dvostruko je manja u odnosu na stare sastojine alepskog bora i dalmatinskog crnog bora. Na osnovi toga može se reći da borove sastojine imaju značajno veću količinu potencijalno raspoloživog goriva u šumskoj prostirci te su zbog toga potencijalno ugroženije požarima, ali i da pohranjuju dvostruko više ugljika u šumskoj prostirci.

Dobivene gustoće po podhorizontima šumske prostirke i regresijske jednadžbe prikladne su za kartiranje prostorne distribucije potencijalno raspoloživog goriva u šumskoj prostirci kao i za procjenu zaliha OC u njoj na temelju izmjerene debljine šumske prostirke. Izmjera debljina šumske prostirke, uz prethodnu edukaciju, trebala bi postati standardna varijabla koja se mjeri prilikom inventarizacije šuma.

Točna karakterizacija količine goriva (svojstva goriva) važna je kako bi se mogli provoditi kontrolirani požari ko-

jima se reducira količina goriva u sloju prizemnog rašča i šumskoj prostirci, kao i za predviđanja potencijalnih posljedica šumskih požara, kao što su npr. procjena emisije polutanata, izloženost mineralnog dijela tla te mortaliteta biljaka (Kreye i dr. 2014).

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

U ovoj su studiji za sastojine hrasta crnike i hrasta medunca, po prvi puta za Hrvatsku, određene gustoće pojedinih podhorizonta šumske prostirke te su izrađene regresijske jednadžbe koje omogućuju procjenu količine raspoloživog goriva u šumskoj prostirci na temelju njene debljine po podhorizontima i ukupno. Za stare sastojine hrasta crnike i hrasta medunca određene su zalihe OC u šumskoj prostirci.

Rezultati ovog istraživanja imaju praktičnu vrijednost u jednostavnijem kvantificiranju količina goriva, što je važno u operativnoj primjeni modela za predikciju ponašanja i širenja šumskih požara, ali se mogu koristiti i u ostalim, prethodno spomenutim modelima.

Buduće studije trebaju biti usmjerene na testiranje primjenjivosti dobivenih regresijskih jednadžbi i gustoća šumske prostirke u sastojinama hrasta crnike i hrasta medunca za područje sjevernog Jadrana.

## LITERATURA REFERENCES

- Badalamenti, E., G. Battipaglia, L. Gristina, A. Novara, J. Rühl, G. Sala, L. Sapienza, R. Valentini, T. La Mantia, 2019: Carbon stock increases up to old growth forest along a secondary succession in Mediterranean island ecosystems. *PLoS ONE* 14(7): e0220194. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220194>
- Bakšić, N., D. Bakšić, 2017: Količine goriva i zalihe ugljika u šumskoj prostirci sastojina alepskog bora na Mljetu (Forest floor fuel loads and carbon stocks in Aleppo pine forests on island Mljet), *Sumar List*, 5–6: 247–256, <https://doi.org/10.31298/sl.141.5-6.3>
- Bakšić, N., D. Bakšić, 2020: Estimation of fuel loads and carbon stocks of forest floor in endemic Dalmatian black pine forests, *iForest Biogeosciences and Forestry*, vol. 13, pp 382–388, <https://doi.org/10.3832/ifer3184-013>
- Banwell, E.M., J. M. Varner, 2014: Structure and composition of forest floor fuels in long-unburned Jeffrey pine-white fir forests of the Lake Tahoe Basin, USA. *International Journal of Wildland Fire* 23: 363–372. <https://doi.org/10.1071/WF13025>
- Banwell, E.M., J. M. Varner, E. E. Knapp, R. W. Van Kirk, 2013: Spatial, seasonal, and diel forest floor moisture dynamics in Jeffrey pine-white fir forests of the Lake Tahoe Basin, USA. *Forest Ecology and Management* 305: 11–20, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.005>
- Berg, B., C. McClaugherty, 2014: Plant litter - decomposition, humus formation, carbon sequestration. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany, pp. 315.
- Binkley, D., R. F. Fisher, 2019: Ecology and management of forest soils, Fifth edition, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, 440 p.
- Brown, J. K., R. D. Oberheu, C. M. Johnston, 1982: Handbook for Inventorying Surface Fuels and Biomass in the Interior West. General Technical Report INT – 129. Ogden, Utah: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Brown, S., D. Shoch, T. Pearson, M. Delaney, 2004: Methods for Measuring and Monitoring Forestry Carbon Projects in California. Winrock International, for the California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. 500–04–072F.
- Chojnacky, D., D. Amacher, M. Gavazzi, 2009: Separating duff and litter for improved mass and carbon estimates. *Southern Journal of Applied Forestry* 33 (1): 29–34, <https://doi.org/10.1093/sjaf/33.1.29>
- De Vos, B., N. Cools, H. Ilvesniemi, L. Vesterdal, E. Vanguelova, S. Carnicelli, 2015: Benchmark values for forest soil carbon stocks in Europe: Results from a large scale forest soil survey, *Geoderma* 251–252: 33 – 46, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.03.008>
- DiMario, A.A., J. M. Kane, E. J. Jules, 2018: Characterizing forest floor fuels surrounding large sugar pine (*Pinus lambertiana*) in the Klamath Mountains, California. *Northwest Science* 92 (3): 181–190, <https://doi.org/10.3955/046.092.0305>
- HRN ISO 10694, 2004: Kakvoća tla – Određivanje organskog i ukupnog ugljika suhim spaljivanjem (elementarna analiza) (ISO 10694:1995); Soil quality – Determination of organic and total carbon in soil after dry combustion (elementary analysis) (ISO 1096:1995), <https://repositorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+10694%3A2004>
- HRN ISO 11465, 2004: Kakvoća tla – Određivanje suhe tvari i sadržaja vode na osnovi mase – Gravimetrijska metoda (ISO 11465+Cor 1:1994); Soil quality – Determination of dry matter and water content on a mass basis – Gravimetric method (ISO 11465:1993+Cor 1:1994), <https://repositorij.hzn.hr/norm/HRN+ISO+11465%3A2004>
- Keane, R. E., 2015: Wildland fuel fundamentals and applications. Springer (eBook), 191 p, DOI 10.1007/978-3-319-09015-3
- Keane, R. E., K. Gray, V. Bacciu, 2012: Spatial variability of wildland fuel characteristics in northern Rocky Mountain ecosystems. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Research Paper RMRS–RP–98.
- Knapp, E. E., J. E. Keeley, E. A. Ballenger, T. J. Brennan, 2005: Fuel reduction and coarse woody debris dynamics with early season and late season prescribed fire in a Sierra Nevada mixed conifer forest, *Forest Ecology and Management* 208, p 383–397, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.01.016>
- Kreye, J. K., J. M. Varner, C. J. Dugaw, 2014: Spatial and temporal variability of forest floor duff characteristics in long-unburned *Pinus palustris* forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 44, 1477–1488.
- Križnjak, D., A. Berta, V. Kušan, B. Skladany, N. Jantol, D. Korman, I. Žiža, Z. Mesić, H. Mesić, A. Steinberger, T. Obučina, D. Stojsavljević, I. Grubišić, D. Borić, N. Bakić, J. Vinogradac, 2017: Procjena zaliha ugljika u mrtvoj organskoj tvari i procjena prosječne drvene zalihe u biomasi makija, šikara i sastojina I. dobnog razreda u šumama Republike Hrvatske, završno



- izvješće, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 1000 Zagreb, Hrvatska, 100 p.
- Lavoie N., M. E. Alexander, S. E. Macdonald, 2010: Photo guide for quantitatively assessing the characteristics of forest fuels in a jack pine – black spruce chronosequence in the Northwest Territories. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, AB. Inf. Rep. NOR-X-419.
  - Letang, D. L., W. J. de Groot, 2012: Forest floor depths and fuel loads in upland Canadian forests, Canadian Journal of Forest Research 42: 1551–1565, NRS Research Press, <https://doi.org/10.1139/x2012-093>
  - Martinović, J., 2003: Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj, Šumarski institut Jastrebarsko, 521 p.
  - Mayer, P. M., 2008: Ecosystem and decomposer effects on litter dynamics along an old field to old-growth forest
  - Miyanishi, K., 2001: Duff consumption. In: Johnson, E.A., Miyanishi, K. (Eds), Forest Fires: Behavior and Ecological Effects. New York, NY: Academic Press, pp. 437-475.
  - Petz, B., V. Kolesarić, D. Ivanec, 2012: Petzova statistika – Osnovne statističke metode za nematematičare, Naklada Slap, 680 p.
  - Prichard, S. J., E. M. Rowell, A. T. Hudak, R. E. Keane, E. L. Loudermilk, D. C. Lutes, R. D. Ottmar, L. M. Chappell, J. A. Hall, B. S. Hornsby, 2022: Fuels and Consumption in (Peterson, D. L., S. M. McCaffrey, T. Patel-Weynand, eds.) Wildland Fire smoke in the United States, A Scientific Assessment, Research & Development, USDA Forest Service, Springer, Switzerland: 11-49, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-87045-4>
  - Santonja, M., S. Pereira, T. Gauquelin, E. Quer, G. Simioni, J.-M. Limousin, J.-M. Ourcival, I. M. Reiter, C. Fernandez, V. Baldy, 2022: Experimental Precipitation Reduction Slows Down Litter Decomposition but Exhibits Weak to No Effect on Soil Organic Carbon and Nitrogen Stocks in Three Mediterranean Forests of Southern France. Forests 13, 1485. <https://doi.org/10.3390/f13091485>
  - Schroeder, M. J., C. C. Buck, 1970: Fire Weather: A guide for application of meteorological information to forest fire control operations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture handbook 360.
  - Schulp, C. J. E., G.-J. Nabuurs, P. H. Verburg, R. W. de Waal, 2008: Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories, Forest Ecology and Management 256, 482-490, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.05.007>
  - Slijepčević, A., W. R. Anderson, S. Mathews, D. H. Anderson, 2015: Evaluating models to predict daily fine fuel moisture content in eucalypt forest, Forest Ecology and Management 335, 261–269, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.040>
  - Slijepčević, A., W. R. Anderson, S. Mathews, D. H. Anderson, 2018: An analysis of the effect of aspect and vegetation type on fine fuel moisture content in eucalypt forest, International Journal of Wildland Fire, 27: 190-202, <https://doi.org/10.1071/WF17049>
  - Smith J.E., L. S. Heath, 2002: A model of forest floor carbon mass for United States forest types. Research Paper NE-722, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA, USA, pp. 37, <https://doi.org/10.2737/NE-RP-722>
  - successional gradient. Acta Oecol. 33: 222–230. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.11.001>
  - TIBCO Software Inc., 2020: Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>.
  - Topić, V., 1992: Količina i kemizam šumske prostirke pod nekim šumskim kulturama na kršu. Sumar List 9-10, 407-414.
  - Van Wagner, C.E., 1987. Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Technical Report No. 35. Canadian Forestry Service, Chalk River, Ontario, Canada.
  - Wagtendonk, J. W., J. M. Benedict, W. M. Sydoriak, 1998: Fuel Bed Characteristics of Sierra Nevada Conifers, The Western Journal of Applied Forestry, Vol. 13, No 3, pp 73–84.

## SUMMARY

The application of newer remote sensing methods, such as aerial and terrestrial lidar scanning and the use of "Structure-from-motion" (SfM) photogrammetry, complemented field data collection and enabled 3D mapping of forest fuel layers, greatly simplifying and improving their characterization. However, these methods are not suitable for quantifying forest floor characteristics. For this purpose, it is still necessary to collect data using classical field methods, determining the presence of subhorizons and their depth, while the characteristics of the forest floor: bulk density, load, carbon concentration and carbon stock are determined in the laboratory.

Therefore, it is still common practice to create regression equations that allow operatives to determine the amount of available forest floor fuel and the carbon stock it contains based on the depth of the forest floor, which is an easily measurable variable, or to determine forest floor loading by subhorizon and overall. Forest floor information is used in models for predicting forest fire behavior and spread, in fire effects models, in planning and monitoring mechanical fuel reduction, in quantifying fuel consumption and smoke emissions, in quantifying carbon stocks, in describing habitat and its productivity, and in planning for preparedness. As stands of holm oak (*Quercus ilex* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) are located in the Mediterranean part of Croatia, where the risk of forest fires is the highest, and the previously published data on the forest floor are not suitable for the models, the main objectives of the research were to determine the depth, bulk density and load of individual subhorizons of the forest floor and to create regression equations that allow estimating the amount of available fuel in the for-

est floor based on its depth. Sampling of forest floor in holm oak stands (60, 90 and 100 years old) was conducted on the islands of Lastovo and Mljet, while sampling in pubescent oak stands (53 and 90 years old) was conducted in Dugopolje and Biograd na Moru. The amount of forest floor and OC stock in old stands of holm oak and pubescent oak is twice as small as in old stands of Aleppo pine and Dalmatian black pine. This suggests that pine stands have a significantly greater amount of potentially available fuel in the forest floor and are therefore potentially more at risk from fire, but also that they store twice as much carbon in the forest floor. In this study, for the first time in Croatia, bulk densities of individual subhorizons of the forest floor were determined for holm oak and pubescent oak and regression equations were created that allow estimating the amount of available fuel in the forest floor based on its depth per subhorizon and overall. The results of this research have practical value in simpler quantification of forest floor fuel loading, which is important for operational use of models to predict forest fire behavior and spread, but they can also be used in other models mentioned earlier.

---

**KEY WORDS:** holm oak, pubescent oak, forest floor, forest floor fuel loads, carbon stocks



## Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

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

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

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



# MEĐUODNOS SVOJSTAVA RASTA I KVALITETE DRVA NA POKUSNOJ PLOHI ARIŠA

## THE RELATIONSHIP OF GROWTH CHARACTERISTICS AND WOOD QUALITY ON THE EXPERIMENTAL PLOT OF LARCH

Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ<sup>1\*</sup>, Sulejman SINANOVIĆ<sup>1</sup>, Dalibor BALLIAN<sup>1,2,3</sup>

### SAŽETAK

Europski ariš (*Larix decidua* Mill.) pokazao je vrlo dobar rast i prilagodljivost ekološkim uvjetima u Bosni i Hercegovini. Cilj istraživanja je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava ariša na pokusnoj površini kod Kaknja, te varijabilnosti u početku osržavanja, kao i postojanje korelacija između ovih svojstava.

U sjemenskoj sastojini ariša, osnovanoj sadnicama starosti 2+0 1979. godine, napravljena je trajna pokusna površina od 0,45 hektara i na njoj su mjerene visine i promjeri stabala 2002. i 2020. godine, te izračunate temeljnica i volumen. Stabla su 2020. godine bušena na prsnoj visini Preslerovim svrdlom kako bi se odredio udio osrženosti. Izračunate su prosječne vrijednosti svih svojstava. Zatim je odabrano po deset, pet i jedno najbolje stablo po svojstvima promjera, visine, temeljnice, volumena i izračunate razlike između prosječnih vrijednosti za deset stabala i ukupnog prosjeka, prosjeka za pet stabala i ukupnog prosjeka te razlike između maksimalnih i prosječnih vrijednosti za istraživana svojstva. Također je izračunavat Pearsonov koeficijent korelacije između svih istraživanih svojstava.

Prosječan promjer stabala starih 41 godinu bio je 24,6 cm, prosječna visina 21,8 m. Rezultati istraživanja osrženosti pokazali su da ariš prosječno počinje osržavati pri starosti od 14 godina. Pearsonov koeficijent korelacije za 2020. godinu pokazuje da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, odnosno stabla koja ranije osržavaju imaju veće vrijednosti svojstava rasta.

Rezultati će biti korišteni u procesima individualne selekcije ariša sa dobrim visinskim i debljinskim prirastom i ranim osržavanjem.

**KLJUČNE RIJEČI:** evropski ariš, morfološka svojstva, osržavanje, selekcija

### UVOD INTRODUCTION

U Bosni i Hercegovini postoji velik potencijal u šumskim zemljištima koji je neiskorišten. Većinom se ta šumska staništa nalaze pod niskim šumama i šikarama, a u pitanju su najkvalitetnija staništa koja bi se mogla prevesti u nasade brzorastućih vrsta. Planirano je da se oko 10 % tih površina prevede u nasade alohtonih vrsta visokih prirasnih mogućnosti, što je zagovarao Pintarić (2000). Ovaj plan ispunjen je samo djelomično, te danas imamo zanemarive površine

pod tim vrstama, ali nam mogu poslužiti kao smjernice za daljnji rad na povećanju proizvodnosti i kvalitetnoj strukturi šuma.

Jedna od vrsta koja ima u tim aktivnostima važno mjesto je europski ariš (*Larix decidua* Mill.), a raste u srednjoj Europi u visokim planinskim predjelima (Alpe, Sudeti i Karpati), a u nizinama se nalazi samo u južnoj Poljskoj (Świętokrzyskie Mountains) (Matras i Pâques 2008). Njegov prirodni areal prostire se na oko 500 000 ha i rasprostranjenost mu je fragmentirana, ali je sađen daleko izvan njegovog izvornog područja, osobito u zapadnoj Europi

<sup>1</sup> Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, MA šumarstva Sulejman Sinanović, Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Šumarski fakultet Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, \*m.memisevic-hodzic@sfsa.unsa.ba, sule.sin995@gmail.com, d.ballian@sfsa.unsa.ba

<sup>2</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup> Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Bistrik 7, 71000 Sarajevo

(Matras i Pâques 2008). Zajedno s japanskim i hibridnim arišom, plantaže europskog ariša danas nalazimo na preko 500 000 ha (Matras i Pâques 2008).

Europski ariš ima visoku razinu genetske varijabilnosti za većinu šumskouzgojnih svojstava između i unutar populacija (Matras i Pâques 2008). Međunarodni provenijencijski pokusi ukazali su na najbolje populacije ariša u smislu uzgojne kakvoće, te su se kao najbrže rastuće pokazale populacije sa Sudeta i iz središnje Poljske, dok su alpske populacije najsporije rasle (Matras i Pâques 2008). Populacije iz središnje Europe (Sudeti i Središnja Poljska) pokazali su također najveću stabilnost u svim okolišima, čak i u ekološki kontrastnim uvjetima, dok su se populacije jugozapadnog alpskog ariša dobro pokazale samo na mjestima s visokim nadmorskim visinama (Matras i Pâques 2008).

Posebno je cijenjena pojava osrženosti kod ariša, poznata kao "krvavi ariš", (Jovanović 2000; Vidaković i Franjić 2004). Pojava osrženosti, odnosno promjene boje središnjeg dijela debla je posljedica fizioloških procesa koji se odvijaju tijekom života stabla gdje središnji dio debla postepeno gubi fiziološku funkciju, dolazi do gubljenja provodne funkcije stanica, lumeni stanica se ispune smolom i eteričnim uljima (Gurda, 1999).

Vrijeme početka osržavanja je vrlo promjenljivo i nije stalna karakteristika vrste, a širina bjeljike i srži kod iste starosti stabla uvjetovana je vrstom drveta, genetskim osobinama, starošću, zdravstvenim stanjem, kvalitetom staništa, klimom i sklopom (Gurda, 1999). Necesany (1965) navodi da je osržavanje svojstvo koje je pod visokom genetskom kontrolom. Istraživanje osrženosti ariša kod različitih provenijencija u provenijencijskom testu Batalovo brdo u Bosni i Hercegovini proveli su Ballian i sur. (2009), te utvrdili statistički značajne razlike između provenijencija.

Radna hipoteza je da postoji korelacija između svojstava rasta i osržavanja kod ariša. Ciljevi ovog istraživanja su istražiti postojanje varijabilnosti morfoloških svojstava (visina, promjer, temeljnica, volumen) ariša u nasadu Mokre njive kod Kaknja, pojave osržavanja, te postojanje korelacije između svojstava rasta i osržavanja. Rezultati istraživanja bit će korišteni u procesu oplemenjivanja ariša u Bosni i Hercegovini.

## MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

U ovom istraživanju korišten je materijal s pokusne površine unutar sjemenske sastojine ariša kod Kaknja. Sjemenska sastojina ariša nalazi se u GJ Donja Ribnica – Zgošća, odjelu 26, odsjek 3, na površini od 3,1 ha. Teren je blago strm do 8%, ekspozicija sjeveroistočna, prosječna nadmorska visina 880 m, geološka podloga pješčari, duboko smeđe zemljište. Minimalna temperatura -23°C, maksimalna 34°C, srednja 10,3°C, srednjeg vegetacijskog perioda 16,6°C. Padaline ukupne 804 mm, u vegetacijskom periodu 416 mm. Vjetar

obično sjeverni/sjeverozapadni, u proljeće južni (jugo) veće snage (Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu 2002).

Sastojina je osnovana 1979. godine sadnjom u razmaku 2 x 2 m sa sadnicama starosti 2+0. Sjeme je bilo komercijalno te podaci o porijeklu nisu poznati.

U sjemenskoj sastojini je napravljena jedna trajna pokusna površina od ukupno 0,45 hektara (90 m x 50 m). Izbor pokusne površine izvršen je nakon obilaska sjemenske sastojine tako da reprezentira prosjek sjemenskog objekta. Površina pokusne površine je trajno obilježena. Trenutno je na pokusnoj površini 221 stablo. Prva terenska mjerenja na pokusnoj površini vršena su 2002., a druga 2020. godine. U obje izmjere na svim stablima izmjerene su visine i promjeri stabala, a u ovom radu tretirane su samo vrijednosti za stabla koja su izmjerena i 2002. i 2020. godine. Visine su mjerene pomoću visinomjera sa tačnošću 0,1 m, a prečnici pomoću digitalne prečnice s tačnošću 0,1 cm. Temeljnica i volumen izračunate po formulama:

$$\text{Temeljnica (m}^2\text{): } G = \frac{d_{1,30}^2 \times \pi}{4}$$

$$\text{Volumen (m}^3\text{): } V = \frac{G \times H}{3}$$

gdje je  $d_{1,30}$  – promjer na prsnoj visini, H – visina stabla.

Stabla su 2020. godine bušena na prsnoj visini Preslerovim svrdlom kako bi se odredio udio osrženosti, odnosno bjeljike. Godina početka osržavanja izračunata je tako što je od ukupne starosti (41 god) oduzet broj godina u bjeljici.

Prosječne vrijednosti promjera, visine, temeljnice i volumena izračunate su korištenjem Excela 2016. Zatim je selekcionirano deset stabala s najvećim vrijednostima za svojstvo promjera, visine, temeljnice i zapremine, te izračunat prosjek za deset stabala, a zatim izračunata razlika između prosječne vrijednosti za deset stabala i ukupne prosječne vrijednosti. Isti postupak ponovljen je za pet stabala s najvećim vrijednostima, a također je izračunata i razlika između najviših vrijednosti i prosječnih vrijednosti. U drugom dijelu izračunat je Pearsonov koeficijent korelacije između istraživanih svojstava u 2002. godini, korelacije između istraživanih svojstava u 2020. godini, te korelacije između istraživanih svojstava između 2002. i 2020. godine. Računanje korelacija između svojstava obuhvatilo je samo stabla koja su bila prisutna na plohi i 2020. godine, a korišten je program SPSS 20.0.

## REZULTATI RESULTS

**Rezultati deskriptivne analize za svojstva promjera, visine, temeljnice, volumena i osržavanja – Results of the descriptive analysis for the properties of diameter at breast height, height, basal area, volume, and heartwood formation**

U tablici 1 prikazane su prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti promjera, visine, temeljnice, volumena i vremena osržavanja po godinama (2002. i 2020. godina)

**Tablica 1.** Rezultati deskriptivne analize za sva stabla**Table 1.** Results of descriptive analysis for all trees

Godina/ Year	Vrijednost / Value	Prsni promjer / Breast height diameter (cm)	Visina / Height (m)	Temeljnica / Basal area (m <sup>2</sup> )	Volumen / Volume (m <sup>3</sup> )	Početak osržavanja (godina) / Start of coring (year)
2002	Prosjeak/Average	15,5	18,2	0,0200	0,1280	-
	Minimum	5,0	11,0	0,0020	0,0078	-
	Maksimum	26,0	24,0	0,0530	0,4250	-
	Standardna devijacija/Std.dev.	4,3	2,1	0,0106	0,0784	-
2020	Prosjeak/Average	24,6	21,8	0,049899	0,374475	13,9
	Minimum	10,0	15,0	0,007850	0,039250	6,0
	Maksimum	36,6	27,0	0,105155	0,911347	32,0
	Standardna devijacija/Std.dev.	5,4	2,3	0,020768	0,184158	5,4

U tablici 2 prikazano je 30 stabala s najvećim promjerima i visinama u 2002. i 2020. godini, kako bi se izdvojila stabla čija su svojstva visina i promjera iznadprosječna, a time i vrijednosti temeljnica i volumena.

Kao što je vidljivo u tablici 2, došlo je do preticanja stabala po pitanju prsnog promjera od 2002. do 2020. godine. Stablo koje je imalo najveći promjer 2002. godine (stablo 30), imalo je najveći promjer i 2020. godine. Stablo 291 bilo je

**Tablica 2.** Trideset stabala s najvećim prsnim promjerima i visinama u 2002. i 2020. godini**Table 2.** Thirty trees with highest breast height diameters and heights in 2002 and 2020

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Prsni promjer 2002. / Breast height diameter 2002. (cm)	Stablo broj / Tree number	Prsni promjer 2020. / Breast height diameter 2020. (cm)	Stablo broj / Tree number	Visina 2002. / Height 2002. (m)	Stablo broj / Tree number	Visina 2020. / Height 2020. (m)
1.	30	26,0	30	36,6	65	24,0	261	27,0
2.	65	26,0	136	36,6	30	23,0	242	26,7
3.	242	26,0	495	35,9	117	23,0	386	26,1
4.	136	25,0	65	35,8	136	23,0	30	26,0
5.	173	25,0	387	35,0	242	23,0	101	26,0
6.	53	24,0	72	34,8	461	23,0	136	26,0
7.	56	24,0	53	34,6	48	22,0	191	25,8
8.	117	24,0	284	34,0	53	22,0	250	25,8
9.	266	24,0	501	33,6	56	22,0	93	25,6
10.	291	24,0	266	33,2	72	22,0	65	25,5
11.	361	24,0	361	33,2	173	22,0	284	25,5
12.	366	24,0	35	32,8	250	22,0	53	25,4
13.	477	24,0	261	32,8	261	22,0	328	25,4
14.	501	24,0	328	32,7	266	22,0	361	25,3
15.	3	23,0	173	32,6	280	22,0	387	25,2
16.	9	23,0	242	32,6	291	22,0	455	25,2
17.	26	23,0	250	32,5	328	22,0	381	25,1
18.	52	23,0	455	32,5	332	22,0	400	25,1
19.	93	23,0	395	32,2	353	22,0	454	25,0
20.	100	23,0	84	31,7	361	22,0	173	24,9
21.	9	23,0	208	31,7	366	22,0	190	24,9
22.	184	23,0	291	31,7	455	22,0	186	24,7
23.	3	23,0	353	31,6	465	22,0	332	24,7
24.	93	23,0	375	31,6	36	21,0	462	24,6
25.	100	23,0	443	31,5	93	21,0	72	24,5
26.	52	23,0	477	31,2	100	21,0	366	24,5
27.	197	23,0	228	31,1	111	21,0	495	24,5
28.	241	23,0	26	31,0	114	21,0	353	24,4
29.	250	23,0	241	30,6	184	21,0	375	24,4
30.	353	23,0	422	30,5	228	21,0	46	24,3



**Tablica 3:** Trideset stabala s najvećim temeljnicama i volumenima u 2002. i 2020. godini

Table 3: Thirty trees with highest values of basal area and volume in 2002. and 2020.

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Temeljnica / Basal area 2002. (m <sup>2</sup> )	Stablo broj / Tree number	Temeljnica / Basal area 2020. (m <sup>2</sup> )	Stablo broj / Tree number	Volumen / Volume 2002. (m <sup>3</sup> )	Stablo broj / Tree number	Volumen / Volume 2020. (m <sup>3</sup> )
1	30	0,053066	30	0,10516	65	0,424528	30	0,911347
2	65	0,053066	136	0,10516	30	0,406839	136	0,911347
3	242	0,053066	495	0,10117	242	0,406839	65	0,855174
4	136	0,049063	65	0,10061	136	0,376146	495	0,826235
5	173	0,049063	387	0,09616	173	0,359792	387	0,807765
6	24	0,045216	72	0,09507	117	0,346656	53	0,795672
7	53	0,045216	53	0,09398	53	0,331584	72	0,776378
8	56	0,045216	284	0,09075	56	0,331584	284	0,771341
9	117	0,045216	501	0,08862	266	0,331584	261	0,760081
10	266	0,045216	266	0,08653	291	0,331584	242	0,742497
11	291	0,045216	361	0,08653	361	0,331584	361	0,729701
12	361	0,045216	35	0,08445	366	0,331584	250	0,713074
13	366	0,045216	261	0,08445	477	0,316512	328	0,710686
14	477	0,045216	328	0,08394	501	0,316512	501	0,708987
15	501	0,045216	173	0,08343	250	0,304528	266	0,697975
16	3	0,041527	242	0,08343	353	0,304528	455	0,696491
17	9	0,041527	250	0,08292	24	0,301440	173	0,692441
18	26	0,041527	455	0,08292	36	0,290686	395	0,656562
19	36	0,041527	395	0,08139	93	0,290686	353	0,637547
20	52	0,041527	84	0,07888	100	0,290686	375	0,637547
21	93	0,041527	208	0,07888	184	0,290686	35	0,627771
22	100	0,041527	291	0,07888	241	0,290686	208	0,617924
23	184	0,041527	353	0,07839	72	0,278623	291	0,615294
24	197	0,041527	375	0,07839	261	0,278623	386	0,614655
25	241	0,041527	443	0,07789	280	0,278623	477	0,598584
26	250	0,041527	477	0,07642	328	0,278623	332	0,597300
27	353	0,041527	228	0,07593	9	0,276843	443	0,597169
28	387	0,041527	26	0,07544	26	0,276843	454	0,588750
29	422	0,041527	241	0,07350	52	0,276843	228	0,582099
30	15	0,037994	422	0,07302	197	0,276843	46	0,579921

na 10. mjestu po veličini promjera u 2002. godini, a na 20. mjestu u 2020. godini. U prvih 20 stabala u 2020. godini ostalo je 9 stabala od prvih 20 u 2002. godini. Interesantno je stablo broj 495 koje na mjerenju 2002 nije bilo u prvih 30, dok je na mjerenju 2020 došlo na 3. mjesto. Interesantno će biti pratiti dalju dinamiku rasta, uz napomenu da je došlo do promjene položaja stabala s obzirom na izvršenu prorjedu.

Najveću visinu 2002. godine imalo je stablo broj 65, koje se 2020. godine našlo na desetom mjestu. Najveću visinu 2020. godine imalo je stablo 261, koje se 2002. godine nalazilo na 13. mjestu.

Povećanje promjera i visine uzrokuje i povećanje temeljnice i volumena. U tablici 3 prikazano je 30 stabala s najvećim vrijednostima temeljnice i volumena u 2002. i 2020. godini.

Kao što je vidljivo iz tablice 3, došlo je do promjene poretk stabala po pitanju temeljnice od 2002. do 2020. godine.

Stablo koje je imalo najveću temeljnicu 2002. godine, stablo 30, imalo je najveću temeljnicu i 2020. godine. Stablo 65 2002. godine bilo je na drugom, a 2020. na četvrtom mjestu. Stablo 242 bilo je na trećem mjestu po veličini temeljnice u 2002. godini, a na 16. mjestu u 2020. godini. U pogledu volumena, također je došlo do preticanja, te je stablo 65 bilo na prvom mjestu po veličini volumena 2002. godine, a na trećem mjestu 2020. godine. Stablo broj 30 je 2002. godine bilo prvo, a 2020. godine drugo.

Pored vrijednosti promjera i visine, odnosno temeljnice i volumena, vrijeme osržavanja je vrlo važno svojstvo kod ariša.

U tablici 4 prikazano je 30 stabala koja najranije osržavaju.

Najranije osržava stablo broj 495, zatim 443, dok veći broj stabala koja su rangirana među prvih 30 osržava nakon 8, 9 i 10 godina. Među 30 stabala s najvećim prsnim promjekom i 30 stabala sa najranijim osržavanjem nalazi se 11 zajedničkih stabala (30, 35, 65, 84, 136, 173, 375, 387, 443,

**Tablica 4.** Vrijeme osržavanja 30 stabala sa najranijim osržavanjem**Table 4.** Beginning of coring in the 30 trees with the earliest coring

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)	R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)	R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)
1.	495	6	11.	65	9	21.	375	9
2.	443	7	12.	93	9	22.	387	9
3.	43	8	13.	104	9	23.	400	9
4.	46	8	14.	122	9	24.	450	9
5.	78	8	15.	129	9	25.	478	9
6.	84	8	16.	136	9	26.	10	10
7.	150	8	17.	141	9	27.	30	10
8.	245	8	18.	173	9	28.	35	10
9.	454	8	19.	212	9	29.	70	10
10.	455	8	20.	227	9	30.	163	10

455, 495). Također među 30 stabala s najvećom visinom i 30 stabala s najranijim osržavanjem nalazi se 12 zajedničkih stabala (30, 46, 65, 93, 136, 173, 375, 387, 400, 454, 455, 495). Na kraju između 30 stabala s najvećim prsnim promjerom, najvećom visinom i najranijim osržavanjem nalazi se 8 zajedničkih stabala (30, 65, 136, 173, 375, 387, 455, 495).

Rezultati razlika između prosječnih vrijednosti analiziranih svojstava i prosječnih vrijednosti za 10 najboljih, 5 najboljih i jedno najbolje stablo prikazani su u tablicama 5-8.

Dobijeni rezultati pokazuju da je razlika između promjera najdebljeg stabla i prosječnog promjera svih stabala 12,2 cm (50,0%), odnosno 11,6 cm (47,5%) između prosječnog promjera za pet najdebljih stabala i prosječnog promjera svih stabala, te 10,61 cm (43,5%) između prosječnog promjera za deset najdebljih stabala i prosječnog promjera svih stabala.

Dobijeni rezultati pokazuju da je razlika između visine najvišeg stabla i prosječne visine svih stabala 5,1 m (23,3 %), odnosno 4,5 m (20,4 %) između prosječne visine za pet naj-

**Tablica 5:** Razlika u prsnim promjerima pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine**Table 5:** The difference in breast height diameters at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječan prsni promjer / Average diameter at breast height (cm)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (cm)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	24,4	–	–
10 najdebljih stabala 10 thickest trees	35,0	10,6	43,5
5 najdebljih stabala 5 thickest trees	36,0	11,6	47,5
Najdeblje stablo The thickest tree	36,6	12,2	50,0

**Tablica 6:** Razlika u visinama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine**Table 6:** The difference in heights at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječna visina / Average height (m)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	21,9	–	–
10 najviših stabala 10 highest trees	26,1	4,2	19,0
5 najviših stabala 5 highest trees	26,4	4,5	20,4
Najviše stablo The highest tree	27,0	5,1	23,3

**Tablica 7:** Razlika u temeljnicama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine

Table 7: The difference in basal area at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječna temeljnica / Average basal area (m <sup>2</sup> )	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m <sup>2</sup> )	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	0,0385	–	–
10 najdebljih stabala 10 thickest trees	0,0783	0,0398	103,3
5 najdebljih stabala 5 thickest trees	0,0834	0,0449	116,6
Najdeblje stablo The thickest tree	0,0873	0,0488	126,7

**Tablica 8:** Razlika u zapreminama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine

Table 8: The difference in volume at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječni volumen / The average volume (m <sup>3</sup> )	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m <sup>3</sup> )	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	0,2940	–	–
10 najvoluminoznijih stabala 10 the most voluminous trees	0,6614	0,3674	124,9
5 najvoluminoznijih stabala 5 the most voluminous trees	0,7409	0,4468	152,0
Najvoluminoznije stablo The thickest tree	0,7567	0,4626	157,3

**Tablica 9.** Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini u 2002. godini

Table 9. Correlations among larch traits in the experimental plot in 2002.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlation	Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Visina / Height 2002.	Temeljnica / Basal area 2002.	Volumen / Volume 2002.
Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Pearson Correlation	1	0,853**	0,992**	0,976**
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Visina / Height 2002.	Pearson Correlation	0,853**	1	0,844**	0,879**
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2002.	Pearson Correlation	0,992**	0,844**	1	0,993**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000
	N	221	221	221	221
Volumen / Volume 2002.	Pearson Correlation	0,976**	0,879**	0,993**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	
	N	221	221	221	221

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

viših stabala i prosječne visine svih stabala, te 4,2 m (19,0%) između prosječne visine za deset najviših stabala i prosječne visine svih stabala.

Dobijene razlike u temeljnici su 0,0488 m<sup>2</sup> (126,7%) za jedno najdeblje stablo, odnosno 0,0449 m<sup>2</sup> (116,6%) za pet ili 0,0398 m<sup>2</sup> (103,3%) za deset najdebljih stabala.

Dobijene razlike u volumenu su 0,4626 m<sup>3</sup> (157,3%) za jedno najvoluminoznije stablo, odnosno 0,4468 m<sup>3</sup> (152,0%) za pet ili 0,3674 m<sup>3</sup> (124,9%) za deset najvoluminoznijih stabala.

### Rezultati za korelacije svojstava ariša na pokusnoj površini – Results for correlations of properties of larch on the experimental area

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava u 2002. godini prikazani su u tablici 9.

Kao što pokazuju rezultati Pearsonovog koeficijenta u tablici 5, postoji visoka pozitivna korelacija između promjera i visine u 2002. godini, što znači da stabla s dobrim visinskim prirastom imaju i dobar debljinski prirast. Posljedično je statistički visoko značajna i korelacija između promjera



**Tablica 10.** Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini u 2020. godini

Table 10. Correlations among larch traits on the experimental plot in 2020.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlation	Širina bjeljike / Sapwood width 2020.	Početak osržavanja / Beginning of coring	Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Promjer srži / Heartwood diameter 2020.	Visina / Height 2020.	Temeljnica / Basal area 2020.	Volume / Volume 2020.
Širina bjeljike / Sapwood width 2020.	Pearson Correlation	1	-0,227**	0,536**	0,447**	0,427**	0,433**	0,436**
	Sig. (2-tailed)		0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Početak osržavanja / Beginning of coring	Pearson Correlation	-0,227**	1	-0,554**	-0,560**	-0,414**	-0,546**	-0,526**
	Sig. (2-tailed)	0,001		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Pearson Correlation	0,536**	-0,554**	1	0,995**	0,776**	0,983**	0,967**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Promjer srži / Heartwood diameter 2020.	Pearson Correlation	0,447**	-0,560**	0,995**	1	0,771**	0,990**	0,972**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	222	222	222	222	222	222	222
Visina / Height 2020.	Pearson Correlation	0,427**	-0,414**	0,776**	0,771**	1	0,751**	0,813**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2020.	Pearson Correlation	0,433**	-0,546**	0,983**	0,990**	0,751**	1	0,990**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Volume / Volume 2020.	Pearson Correlation	0,436**	-0,526**	0,967**	0,972**	0,813**	0,990**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	221	221	221	221	221	221	221

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

i temeljnice i promjera i volumena, visine i temeljnice i visine i volumena, kao i između temeljnice i volumena.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava u 2020. godini prikazani su u tablici 10.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta u tablici 10 pokazuju da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, tj. promjeru, visini, temeljnici, volumenu, što znači da stabla koja rano počinju osr-

žavati (broj godina kad počinje osržavanje je manji) imaju dobar visinski i debljinski prirast (visine i promjeri su veći), a posljedično veću temeljnicu i volumen.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava ariša u 2002. i 2020. godini prikazani su u tablici 11.

Kako je vidljivo u tablici 11, postoji statistički značajna korelacija između vrijednosti svojstava u 2002. i 2020. godini na razini  $p < 0,01$ .

**Tablica 11.** Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini između 2002. i 2020. godine

Table 11. Correlations among larch traits on the experimental plot between 2002. and 2020.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlations	Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Visina / Height 2020.	Temeljnica / Basal area 2020.	Volumen / Volume 2020.
Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Pearson Correlation	0,843**	0,671**	0,844**	0,832**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Visina / Height 2002.	Pearson Correlation	0,747**	0,734**	0,750**	0,770**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2002.	Pearson Correlation	0,841**	0,669**	0,856**	0,851**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Volumen / Volume 2002.	Pearson Correlation	0,839**	0,690**	0,862**	0,865**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221

## DISKUSIJA DISCUSSION

Rezultati ovog istraživanja svojstava rasta pokazali su da je u periodu između 2002. i 2020. godine došlo do preticanja stabala na pokusnoj površini. Pintarić (2000) u istraživanju uspješavanja provenijencija ariša u Bosni i Hercegovini, navodi da se razlike između provenijencija sa starošću smanjuju.

Rezultati istraživanja pokazali su statistički značajne korelacije između debljinskog i visinskog prirasta sa osržavanjem kao svojstvom koje se izuzetno cijeni, odnosno da stabla sa boljim prirastom imaju i veći kvalitet, odnosno ranije počinju osržavati, dok Pintarić (2000) navodi da provenijencije koje najbolje prirašćuju nisu najbolje po kvaliteti. Pozitivnu korelaciju između rasta i promjera srži (veća visina i veći promjer se javljaju istovremeno sa većim promjerom srži) utvrdili su kod primorskog bora (Pinto i sur., 2004; Knapić i Pereira, 2005), kod *Eucalyptus globulus* (Gominho i Pereira, 2000, 2005.) i kod *Larix decidua* Miller (Leibundgut, 1983, u: Knapić i dr. 2006).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da su stabla počela osržavati najranije sa 6 godina. Pojavu osržavanja ariša su istraživali Ballian i dr. (2009) na testu provenijencija ariša u Bosni i Hercegovini. Rezultati su pokazali da najranije osržavanje počinje kod provenijencije 59-2 s prosjekom 9,7 godina, a utvrđena je i individualnu varijabilnosti unutar pojedinih provenijencija, te da pojedine jedinice već u 4. godini osržavaju, što ostavlja veliku mogućnost za individualnu selekciju (Ballian i dr. 2009). Nawrot i dr. (2008) su također utvrdili korelacije između brzine formiranja srži i socijalnog položaja stabala u sastojini, starosti stabala, tipa šumskog staništa i visine stabala. Najveća korelacija utvrđena je između srži i radijusa stabla. Wang i dr. (2010) također su utvrdili korelacije između radijusa srži, širine bjeljike, površine bjeljike, volumen srži i bjeljike i prsnog promjera stabla ili promjera ksilema kod više vrsta drveća u Kini. Kvantitativni odnos srži i bjeljike u stablima drveća ovisi ponajprije o starosti stabala, klimatskim i zemljišnim uvjetima, visini na kojoj se analizirani presjek stabljike nalazi i veličini krošnje (Duda i Pazdrowski 1975, u Nawrot 2008). Pâques (2001) istraživao je genetsku varijabilnost za obim srži/bjeljike u ariša. Sadržaj srčevine i, u manjoj mjeri, bjeljike, bili su pozitivno povezani s rastom promjera Pâques (2001). Pâques (2001) navodi da pravilan odabir vrste (japanski naspram europskog ariša), porijekla (srednjoeuropske populacije ariša radije nego alpski) ili hibridnih potomaka ili klonova ariša mogu dovesti do značajnih kombiniranih genetskih dobitaka za oba svojstva, tj. sadržaj srži i rast. Pazdrowski i dr. (2007) utvrdili su pozitivnu korelaciju između udjela srži u stablu i promjera na prsnoj visini, kao i između udjela srži i visine stabala. U istraživanju alometrije srži i bjeljike kod sedam vrsta drveća u Kini uključujući dahurski ariš (*Larix gmelinii* Rupr), radijus srži, širina bjeljike, površina bjeljike, volumen srži i bjeljike bili su značajno korelirani sa prsnim promje-

rom stabla ili promjerom ksilema (Wang i dr. 2010). U Sloveniji su Zule i dr. (2015) istraživali sadržaj lipofilnih ekstraktivnih tvari u srži dva stabla europskog ariša i utvrdili su da se sadržaj ekstrakta heksana povećava s visinom stabla.

Europski ariš (*Larix decidua* Mill.) je vrsta koja rano dostiže kulminaciju svog prirasta u promjeru i dugo ga održava tvoreći sastojine s velikim obiljem vrijednih stabala visoke klase drveta (Chylarecki 2000, u Nawrot 2008).

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Dobijeni rezultati pokazuju razliku između prsnog promjera najdebljeg stabla i prosječnog prsnog promjera svih stabala od 12.2 cm, odnosno 11.58 cm između prosjeka pet najdebljih stabala i ukupnog prosjeka, te 10.61 cm između prosjeka deset najdebljih stabala i ukupnog prosjeka.

Razlika između visine najvišeg stabla i prosječne visine svih stabala iznosila je 5.1 m, odnosno 4.46 m između prosjeka pet najviših stabala i ukupnog prosjeka, te 4.15 m između prosjeka deset najviših stabala i ukupnog prosjeka.

Uz dodatno istraživanje nasljednosti svojstava visine i promjera ariša mogla bi se izračunati genetska dobit za svojstva visinu i promjer, te se preporučuje podizanje testa potomstva odabranih stabala.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta pokazuju da postoji visoka pozitivna korelacija između promjera i visine u 2002. godini, što znači da stabla sa dobrim visinskim prirastom imaju i dobar debljinski prirast. Posljedično je statistički visoko značajna i korelacija između promjera i temeljnice i promjera i volumena, visine i temeljnice i visine i volumena, kao i između temeljnice i volumena.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta za svojstva ariša na pokusnoj površini u 2020. godini pokazuju da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, tj. promjeru, visini, temeljnici, volumenu, što znači da stabla koja rano počinju osržavati (broj godina kad počinje osržavanje je manji) imaju dobar visinski i debljinski prirast (visine i promjeri su veći), a posljedično veću temeljnicu i volumen. Ovo implicira da se na osnovi visinskog i debljinskog prirasta može pretpostaviti da će stabla biti dobro osržena, a što bi trebalo dodatno istražiti kroz test potomstva odabranih stabala.

## LITERATURA REFERENCES

- Ballian, D., S., Gurda, A., Čabaravdić, A., Sulejmanović, 2009: Preliminarni rezultati osržavanja ariša (*Larix spp.*) na pokusnoj plohi Batalovo brdo kod Sarajeva. Naše šume 16-17, pp. 3-13, Sarajevo.
- Berthier S., A.D. Kokutse, A. Stokes, T. Fourcaud, 2001: Irregular heartwood formation in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.): consequences for biomechanical and hydraulic tree functioning.

- Annals of Botany, 87: 19–25. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
- Brus, R., 2012: Drevesne vrste na Slovenskem, dopolnjena izdanja Ljubljana, str. 46-47.
  - Chylarecki H., 2000: Modrzewie w Polsce. Dynamika wzrostu, rozwój i ekologia wybranych gatunków i ras. Warszawa, Bogucki Wydawnictwo Naukowe S.C. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
  - Duda J., W. Pazdrowski, 1975: Procentowy udział twardzieli i bielu w 100-letnich sosnach zwyczajnych (*Pinus sylvestris* L.) rosnących w różnych warunkach siedliskowych. Sylwan, 119, No. 11: 57–64. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
  - Gominho, J. H. Pereira, 2000: Variability of heartwood content in plantation growth *Eucalyptus globulus* Labill. Wood Fiber Sci. 32, 189 – 192.
  - Gominho, J. and Pereira, H. 2005. The influence of tree spacing in heartwood content in *Eucalyptus globulus* Labill. Wood Fibre Sci. 37, 582–590.
  - Gurda, S., 1999: Tehnologija drveta, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 55-57.
  - Jovanović, B., 2000: Dendrologija, Naučna knjiga Beograd, str. 1-483.
  - Knapic, S., H. Pereira, 2005: Within-tree variation of heartwood and ring width in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). For. Ecol. Manage. 210, 81 – 89.
  - Knapic, S., F. Tavares, H. Pereira, 2006: Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. trees in Portugal. Forestry, Vol. 79, No. 4, 2006. doi:10.1093/forestry/cpl010
  - Leibundgut, H., 1983: Untersuchungen verschiedener Provenanzen von *Larix decidua*. Schweiz. Z. Forstwes. 134, 61 – 62. (u Knapic, S., F. Tavares, H. Pereira, 2006: Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. trees in Portugal. Forestry, Vol. 79, No. 4, 2006. doi:10.1093/forestry/cpl010)
  - Matras, J., L. Pâques, 2008: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European Larch (*Larix decidua*). Bioversity International, Rome, Italy. 6 pages
  - Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.
  - Necesany, V. 1965: Heartwood formation as a physiological ageing process, IUFRO (u: Gurda S., Dž. Sokolović, J. Knežević, S. Hajdarević, B. Kaščel, 2018: Utjecaj ekspozicije i taksacionih elemenata na razvoj nepravne srži bukve u šumskom odjeljenju 36, GJ "Goleš Radalje". Naše šume 50-51, pp. 13-22)
  - Pâques, L. E., 2001: Genetic Control of Heartwood Content in Larch. Silvae Genetica 50, 2, pp. 69-75.
  - Pazdrowski, W., T. Jelonek, A. Tomczak, I. Stypuła, 2007: Proportion of Sapwood and Heartwood and Selected Biometric Features in Larch Trees (*Larix decidua* Mill.). Wood Research 52 (4): 2007 1-16
  - Pintarić, K. 2000: 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni. Š. list br. 3-4 CXXIV (2000), str. 143-156.
  - Pintarić, K. 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća, UŠIT-Sarajevo, pp. 221.
  - Pintarić, K., T. Mikić, M. Vučetić, 1990: Rezultati priraščivanja ariša različitih provenijencija u visinu i debljinu u starosti od 29 godina, Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu.
  - Pintarić, K., N. Zekić, 1966: Prirast ariša raznih provenijencija na oglednim plohama na području FŠOD- Igman. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. God. XI, knjiga 11, sv. 2, 17-45, Sarajevo.
  - Pinto I., H. Pereira, A. Usenius, 2004: Heartwood and sapwood development within maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stems. Trees, 18: 284–294.
  - Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2002: Prijedlog izvedbenog projekta za uređenje i gazdovanje sjemenskom sastojinom ariša Šumarstvo "Ribnica" Kakanj, GJ "Donja Ribnica – Zgošća" odjel 26. Sarajevo. pp 1-10.
  - Vidaković, M., J. Franjić, 2004: Golosjemenjače. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. str.823.
  - Wang, X., C. Wang, Q. Zhang, X. Quan, 2010: Heartwood and sapwood allometry of seven Chinese temperate tree species. Ann. For. Sci. 67, 410 (2010). <https://doi.org/10.1051/forest/2009131>.
  - Zule, J., K. Čufar, V. Tišler, 2015: Lipophilic Extractives in Heartwood of European Larch (*Larix decidua* Mill.). Drvna industrija, Vol. 66 No. 4, 2015. str. 305-313. <https://doi.org/10.5552/drind.2015.1442>

## SUMMARY

Larch (*Larix decidua*) showed good growth and adaptability to ecological conditions in Bosnia and Herzegovina. The research aims to determine the variability of the morphological traits of larch in the seed stand near Kakanj, the variability at the beginning of heartwood formation, and correlations among these properties.

In the larch seed stand, established by seedlings 2+0 in 1979, an area of 0,45 hectares was set aside. The heights and breast height diameters of the trees on that area were measured in 2002 and 2020, and the basal area and volume were calculated. In 2020, the trees were drilled at breast height with a Presler drill to measure the proportion of heartwood. Average values of all properties for 2002 and 2020 were calculated. The ten, five and one best trees were selected according to the properties of breast height diameter, height, basal area, volume, and the intensities of selection for these traits were calculated. The Pearson correlation coefficient among all investigated traits were calculated.

The average breast height diameter of 41-year-old trees was 24,6 cm, average height 21,8 m, basal area 0,0499m<sup>2</sup> and volume 0,3745 m<sup>3</sup> (table 1), while in 2002. the average breast height diameter was 15,5 cm, height 18,2 m, basal area 0,020 m<sup>2</sup>, and volume 0,128 m<sup>3</sup> (table 1). Between 2002 and 2020, there was an overtaking of trees in breast height diameter and height and thus the base and volume (table 2). The average larch tree starts heartwood formation at the age of 14 years (table 1). The earliest heartwood formation occurs in the sixth year (tree 495) and the latest in the 32nd year (table 4). Pearson coefficient showed a high positive correlation between breast height diameter and height in 2002 (table 9), which means that trees with a good height increase also have a good thickness increase. As a result, the correlation between breast height diameter and basal area and breast height diameter and volume, height and basal area, height and volume, and basal area and volume are statistically significant. Pearson's correlation coefficient for the year 2020 showed a negative correlation between the beginning of heartwood formation and all other traits (table 10), i.e., trees that formed heartwood earlier have higher values of growth traits.

The results will be used in the selection processes of larch individuals with good height and thickness growth and early heartwood formation.

---

**KEY WORDS:** European larch, morphological properties, core formation, selection



# INFLUENCE OF CROWN EXPOSURE ON THE MORPHOLOGICAL NEEDLE TRAITS OF NINE CONIFERS

## UTJECAJ EKSPozICIJE KROŠNJE NA MORFOLOŠKA SVOJSTVA IGLICA DEVET ČETINJAČA

Biljana M. NIKOLIĆ<sup>1\*</sup>, Katarina MLADENOVIĆ<sup>1</sup>, Ljubinko RAKONJAC<sup>1</sup>, Slobodan MILANOVIĆ<sup>2,3</sup>, Marija M. MARKOVIĆ<sup>1</sup>, Srdjan BOJOVIĆ<sup>4</sup>, Nevena ČULE<sup>1</sup>

### SUMMARY

The aim of this research was to investigate if the crown exposure of some conifers influenced to needle properties. The leaf morphological traits of sixty-six trees of nine conifers: Atlas cedar, Austrian pine, Blue spruce, Douglas fir, European spruce, European yew, Serbian spruce, Silver fir, and White fir, from six Belgrade parks, were analyzed. Five needles were measured from each of the four main crown exposures. Length, width, area and perimeter of needles were investigated. Species, parks in which they were found, as well as crown exposures, differed mostly in needle length and needle width. Correlations between measured needle traits were determined by linear regression analysis. Strong positive correlations were found between the length, perimeter, and area of needles. The differences among the species in terms of light requirement determine species for individual planting as light-loving or partial shade species (Atlas cedar, European spruce, Serbian spruce, Blue spruce, Austrian pine and Douglas fir), or for group planting as shade-loving species (Silver fir, White fir and European yew).

**KEY WORDS:** conifers, correlations, exposure, needle morphology, parks.

### INTRODUCTION UVOD

The influence of light exposure on the tree crown, among other ecological factors is very important for the successful development of a species. In parks, where crowns are almost open, it is relevant whether a species is light or shade-loving. Other habitat conditions such as habitat exposition, geological substratum, soil, assemblage, air pollution, etc.

also influence tree growth (e.g. Hällgren and Fredriksson 1982; Donovan et al. 2005; Freer-Smith et al. 2005).

Silver fir (*Abies alba* Mill.) is a tall, European high-mountain species, growing on silicate and limestone. As it tolerates dry air, arid soil, and polluted air of urban city very poorly, it is rarely used in parks. White fir (*Abies concolor* / Gordon/ Lind. ex Hildebr.) is a tall, high-mountain species though sometimes it can be found below 1000 MSL. It in-

<sup>1</sup> Dr Biljana M. Nikolić, Principal Research Fellow, Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia, e-mail: smikitis2@gmail.com; corresponding author, Dr Katarina Mladenović, Senior Research Associate, Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia, e-mail: katarina.mladenovic@gmail.com; Dr Ljubinko Rakonjac, Principal Research Fellow, Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia, e-mail: ljakonjac@yahoo.com; Dr Marija S. Marković, Senior Research Associate, Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia, e-mail: markovicsmarija9@gmail.com; Dr Nevena Čule, Senior Research Associate, Institute of Forestry, Kneza Višeslava 3, Belgrade, Serbia, e-mail: nevena.cule@yahoo.com;

<sup>2</sup> Dr Slobodan Milanović, Full Professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Belgrade, Serbia, e-mail: slobodan.milanovic@sfb.bg.ac.rs;

<sup>3</sup> Dr Slobodan Milanović, Assistant Professor, Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, Zemědělská 3, Brno, Czech Republic, e-mail: slobodan.milanovic@mendelu.cz;

<sup>4</sup> Dr Srdjan Bojović, Principal Research Fellow, University of Belgrade, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", Boulevard Despota Stefana 142, 11060 Belgrade, Serbia, e-mail: bojiosbios@gmail.com.

habits the Western USA. It is resistant to frost, wind and drought, as well as dust and harmful gases in the air and has modest soil requirements. Atlas cedar (*Cedrus atlantica* /Endl./ Mann. ex Carrière) is a tall, high-mountain fast-growing conifer native to Algeria and Morocco. It is resistant to climate extremes and can grow near the sea, as well as in mountainous regions at low elevations. It is an alkaliphilic and heliophilic species. European spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) is a tall, European mountain species that requires plenty of humidity both in the air and the soil. It grows on silicate substrate and acidic soil, though some plant communities also grow on serpentinite or limestone substrate. It has poor tolerance for polluted urban area and industrial air. Serbian spruce (*Picea omorika* /Panč./ Purkyně) is a tall, high-mountain species, tertiary relict and endemite of the Balkan Peninsula (Bosnia and Herzegovina and Serbia, Europe). Grows mostly on limestone, as well as silicate and swampy soil. Because of its resistance to city conditions, it is very common in parks. Blue spruce (*Picea pungens* Engelm.) is a tall, North American high-mountain species, growing on humid podzolic, acidic and carbonated soils. It tolerates severe frost, as well as dry air and summer droughts, and urban area conditions. Austrian pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) is a medium-height mountain species spreading from east Spain to Asia Minor and Crimea. It is a pioneer species, heliophilic, widely used for the afforestation of arid stony areas. It grows on steep limestone, dolomite and serpentinite cliffs. It is resistant to drought, and wind, it tolerates urban area conditions. Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco), is a tall species, native to the Pacific zone of North America and requires enough relative air humidity and acidic soil. It is widely cultivated in Serbian parks and forest cultures. European yew (*Taxus baccata* L.) is slow-growing but long-living species, often shrubby and naturally distributed from North and South Europe to the Mediterranean, Algeria, Morocco, Asia and the Caucasus. It can grow in shade, as well as in open positions, on shallow and poor or deep and rich soils. It is widely cultivated in parks (Vukićević 1982).

Up to now, examinations of the interacting effects of drought and light intensity (e.g. Holmgren, 2000; Aranda et al. 2005; Dutilleul et al. 2015) were performed almost exclusively on seedling growth. Gebauer et al. (2019) examined the impact of drought stress on the growth of one-year needles of *Picea abies* and ascertained that drought stress was correlated with tree assemblage and needle morphological traits. They also discovered that the differences in needle shape cross-section correlated to light intensity i.e. that the cross-section of needles exposed to light was quadrangular, while for the ones in the shade was ellipsoid.

To date, research has focused on the influence of crown light exposure on tree growth i.e. tree height and diameter (Wyckoff and Clarck 2005; Osada 2012; etc.), as well as tree

mortality (Shenkin et al. 2018). The correlation of air pollution with morphoanatomical traits of the needles of conifers living in urban areas had been previously examined (Nikolić et al. 2019 and refs. cited therein).

The aim of present paper is to examine the influence of crown exposure on the needle morphology of nine conifer species from different genera found in the parks of Belgrade, Serbia. To our knowledge, there has been no similar research conducted in Serbia with adult trees published to date.

## MATERIALS AND METHODS

### MATERIJALI I METODE

Geographic and geologic characteristics of the study parks and their position in town were presented in Table 1 and Figure 1, respectively). Sixty-six trees of nine conifer species: *Abies alba* (3 trees), *Abies concolor* (5 trees), *Cedrus atlantica* (14 trees), *Picea abies* (3 trees), *P. omorika* (7 trees), *P. pungens* (6 trees), *Pinus nigra* (10 trees), *Pseudotsuga menziesii* (6 trees), and *Taxus baccata* (12 trees) (Table 2) were analyzed. One to four trees of every species per park were analyzed, as was indicated in Table 2. One-year old needles were collected from the tips of lower third of the crown of solitary trees. Five needles (ca. 20 needles per tree) were analyzed from each of the four crown exposures (E, N, S, W). Four morphological needle properties (length, width, area, and perimeter) were measured using *SigmaScan Pro*



**Figure 1.** Position of analyzed Belgrade parks: PS – palace 'Serbia' park, AC – Academic park, PP – Pioneer park, MM – Milutin Milanković park; TP – Topčider park, and BB – park at Banovo Brdo.

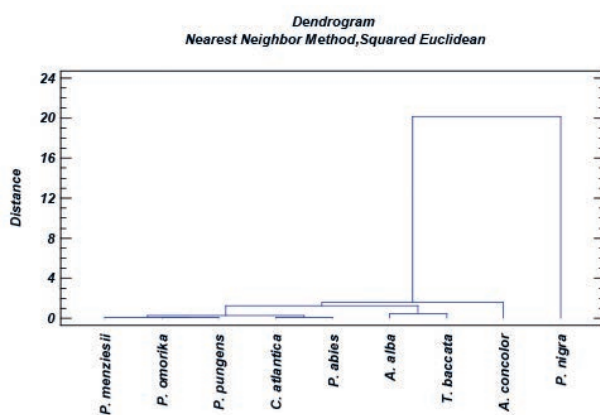
**Slika 1.** Položaj analiziranih beogradskih parkova: PS – park palate 'Srbija', AC – Akademski park, PP – Pionirski park, MM – park Milutina Milankovića; TP – Topčiderski park i BB – park na Banovom Brdu.

**Table 1.** Geographic and geologic characteristics of the study parks**Tablica 1.** Geografske i geološke značajke proučavanih parkova

Park	Area (ha)	Latitude (N)	Longitude (E)	Pollution	Substratum	
					Geologic	Pedologic
Park	Površina (ha)	Zemljopisna širina (N)	Zemljopisna dužina (E)	Onečišćenje	Supstrat	
					geološki	pedološki
AC	1.45	44° 49' 10.33"	20° 27' 28.17"	moderate	limestone	loam/hortisol
BB	10.90	44° 46' 43.72"	20° 25' 07.16"	moderate	serpentinite	loam/hortisol
MM	0.01	44° 47' 55.84"	20° 27' 52.97"	excessive	limestone	loam
PP	3.02	44° 48' 37.39"	20° 27' 51.96"	excessive	limestone	loam
PS	41.95	44° 49' 12.16"	20° 25' 39.05"	excessive	limestone	loam/clay loam
TP	13.00	44° 46' 51.55"	20° 26' 25.31"	slight	limestone	loam

Legend: AC – Academic park; BB – park at Banovo Brdo; MM – Milutin Milanković park; PP – Pioneer park ; PS – Palace 'Serbia' park; TP – Topčider park. Pollution: moderate, excessive, slight; Geologic substrate: limestone, serpentinite; Pedologic substratum: loam/hortisol, loam, loam/clay loam.

Legenda: AC – Akademijski park; BB – park na Banovom Brdu; MM – park Milutina Milankovića; PP – Pionirski park; PS – Park palate 'Srbija'; TP – Topčiderski park. Onečišćenje: umjereno, prekomjerno, malo; Geološki supstrat: vapnenac, serpentinit; Pedološki supstrat: ilovača/hortizol, ilovača, ilovača/ilovača.

**Figure 2.** Cluster analysis of nine conifer species based on four morphological traits of needles (length, width, area and perimeter).

**Slika 2.** Klasterijska analiza devet vrsta četinjača temeljena na četiri morfološka svojstva iglica (duljina, širina, površina i opseg).

5.0 image analysis software (Systat Software, Inc., San Jose, CA, USA).

Mean values and differences between the species' needle morphology were examined using the Cluster Analysis (Nearest Neighbor Method, Squared Euclidean Distance, Figure 2), while differences between parks and exposures were examined by ANOVA and LSD test at 95% level, using *Statgraphics Centurion XVI*, Version 16.1.11., (USA) statistical program (Figures 3 and 4; Table 2; Table 3). Correlations between the four measured needle traits of nine conifer species were determined by linear regression analyses (presented as text in Results section).

## RESULTS REZULTATI

Geographic and geologic characteristics of the study parks were presented in Table 1. For TP park slight air pollution

was found. AC and BB parks had moderate, but MM, PS and PP parks excessive air pollution (according to distance from traffic). Geologic substrata also differ between parks, but pedologic substrata were almost same (limestones), with the exception of BB park (serpentinite).

Mean values of four morphological needle traits (length, width, area and perimeter) influenced by the crown exposure of all nine investigated species were presented in Tables 2,3 and 4 and Figures 2,3 and 4. The mean values of all quoted morphological traits were almost published before (Nikolić et al. 2019) (all histograms which were marked as "Mean" in Figures 3 and 4, and in Table 2).

*Pinus nigra* possessed the highest needle trait values (Table 2, Figure 2). *Abies concolor*, *Taxus baccata* and *Abies alba* also had larger needles in comparison to other investigated conifers.

Strong positive linear correlations were found between length and perimeter ( $r = 0.94 - 1.00$ ), length and area ( $r = 0.82 - 0.96$ ), and area and perimeter ( $r = 0.84 - 0.97$ ) (results were not presented). Predominantly weak positive correlations were found between width and area ( $r = 0.10 - 0.80$ ). Negative correlations between width and length and width and perimeter ( $r = -0.37$  and  $r = -0.29$ , resp.) were found for *C. atlantica*. There were strong positive correlations ( $r > 0.75$ ) between almost all four traits of *P. pungens*. Means for each analyzed park were presented in Table 2. Mean values for four main exposures (E, N, S, W) had been presented in Table 2 too, as well as for every of analyzed park (Figure 3 a-i and Figure 4 a-i). Statistical signification was presented in Table 3.

In *Abies alba* needles, the mean values of the four measured traits (length, width, area and perimeter) were presented (Table 2, Figure 3a, Figure 4a), with statistically approved differences between parks BB and PP for needle length (Ta-

**Table 2.** Influence of parks and crown exposure (E, N, S, W) on needle morphological traits of nine conifers

Tablica 2. Utjecaj parkova i izloženosti krune (E, N, S, W) na morfološka svojstva iglica devet četinjača

a) <i>Abies alba</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=1)	Length	21.05 a	30.87 b	21.89 a	18.69 a	23.13
	Width	1.99 ab	2.14 ab	1.91 a	2.30 b	2.08
	Area	36.87 a	52.15 b	38.52 a	38.50 a	41.51
	Perimeter	46.08 a	66.02 b	47.61 a	41.99 a	50.42
PP (n=2)	Length	18.68 ab	20.32 b	16.11 a	15.99 a	17.78
	Width	2.13 a	2.12 a	1.92 a	1.90 a	2.02
	Area	33.41 ab	38.71 b	28.45 a	29.42 a	32.50
	Perimeter	41.62 ab	44.88 b	36.06 a	25.78 a	39.58
b) <i>Abies concolor</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=3)	Length	43.03 ab	43.60 ab	49.81 b	37.23 a	42.82
	Width	2.59 c	2.53 bc	2.14 a	2.26 ab	2.38
	Area	90.88 a	92.14 a	92.30 a	77.08 a	87.40
	Perimeter	91.24 ab	92.26 ab	103.89 b	78.99 a	90.40
PP (n=2)	Length	49.34 b	46.88 b	34.70 a	41.07 ab	43.02
	Width	2.40 b	20.90 ab	2.30 b	1.87 a	2.17
	Area	97.40 b	79.61 ab	70.59 a	70.99 a	79.64
	Perimeter	103.67 b	97.95 b	73.98 a	85.88 ab	90.37
c) <i>Cedrus atlantica</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
AC (n=3)	Length	13.31 ab	14.15 b	13.41 b	11.32 a	13.05
	Width	1.48 b	1.35 ab	1.25 a	1.39 ab	1.37
	Area	17.30 a	16.78 a	15.40 a	14.58 a	16.02
	Perimeter	34.52 ab	36.24 b	34.45 ab	29.18 a	33.60
BB (n=3)	Length	13.93 a	14.55 a	13.22 a	12.51 a	13.42
	Width	1.26 bc	1.40 c	1.21 ab	1.08 a	1.22
	Area	16.15 ab	18.97 b	13.96 a	12.90 a	15.08
	Perimeter	35.88 a	37.57 a	32.78 a	30.84 a	33.78
PP (n=4)	Length	8.31 a	10.37 ab	17.02 c	15.62 bc	14.42
	Width	1.30 bc	1.01 a	1.15 ab	1.33 c	1.20
	Area	8.90 a	9.82 a	18.23 b	19.40 b	16.03
	Perimeter	20.72 a	25.65 a	41.17 b	39.33 b	35.50
PS (n=4)	Length	13.37 a	12.29 a	14.17 a	11.53 a	12.89
	Width	1.34 a	1.40 a	1.32 a	1.163 b	1.42
	Area	16.42 a	15.34 a	16.45 a	16.36 a	15.72
	Perimeter	33.43 a	32.43 a	35.37 a	29.70a	32.90
d) <i>Picea abies</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=1)	Length	20.10 c	17.88 b	15.96 a	17.56 b	17.87
	Width	1.65 b	1.59 ab	1.43 a	1.72 b	1.60
	Area	31.70 c	28.24 b	23.12 a	28.93 b	28.00
	Perimeter	50.03 c	45.51 b	40.16 a	45.50 b	45.30



PP (n=2)	Length	12.90 a	20.90 b	14.10 a	14.65 a	15.52
	Width	1.22 a	1.39 bc	1.29 ab	1.48 c	1.35
	Area	14.80 a	28.58 c	17.36 ab	19.20 b	19.99
	Perimeter	28.26 a	44.58 c	30.79 a	31.28 a	33.73
<i>e) Picea omorika</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=2)	Length	20.66 a	20.15 a	19.21 a	19.17 a	19.80
	Width	1.50 a	1.82 b	1.64 b	1.55 a	1.63
	Area	29.52 ab	34.35 b	29.29 ab	28.61 a	30.44
	Perimeter	44.31 a	43.94 a	41.70 a	41.44 a	42.85
MM (n=2)	Length	13.53 a	15.91 a	13.97 a	14.31 a	14.43
	Width	1.31 a	1.68 c	1.44 ab	1.53 bc	1.49
	Area	16.46 a	25.96 b	19.70 a	21.51 ab	20.91
	Perimeter	29.69 a	35.18 b	30.81 ab	31.69 ab	31.84
PS (n=2)	Length	23.55 b	21.14 ab	21.84 ab	19.90 a	21.61
	Width	1.90 b	1.73 ab	1.79 ab	1.62 a	1.76
	Area	39.52 b	30.06 a	37.39 b	31.02 a	34.50
	Perimeter	50.88 b	45.76 ab	47.25 ab	43.03 a	46.73
TP (n=1)	Length	22.69 b	15.24 a	20.71 b	17.89 a	19.13
	Width	1.60 ab	1.49 a	1.65 b	1.50 ab	1.56
	Area	32.96 b	20.33 a	30.88 b	23.12 a	26.82
	Perimeter	48.57 b	33.44 a	44.73b	38.78 a	41.38
<i>f) Picea pungens</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
MM (n=2)	Length	28.93 c	12.45 a	17.03 b	17.65 b	19.01
	Width	1.77 b	1.21 a	1.35 a	1.29 a	1.40
	Area	23.49 b	14.97 a	42.44 c	22.90 b	25.95
	Perimeter	61.40 c	27.30 a	36.78 b	37.87 b	40.84
PP (n=2)	Length	29.22 c	22.80 b	21.59 b	17.83 a	22.86
	Width	1.90 b	1.68 ab	1.46 a	1.55 a	1.65
	Area	44.83 c	33.34 b	30.58 ab	25.01 a	33.44
	Perimeter	62.23 c	48.95 b	46.11 b	38.77 a	49.01
PS (n=2)	Length	26.69 b	23.62 a	27.58 b	30.67 b	27.89
	Width	1.67 a	1.56 a	1.71 a	1.78 a	1.68
	Area	44.20 b	34.32 a	43.37 b	49.55 b	42.86
	Perimeter	62.70 b	50.36 a	58.57 b	64.90 b	59.13
<i>g) Pinus nigra</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=3)	Length	118.15 a	123.08 a	118.20 a	129.58 a	122.52
	Width	1.18 b	1.01 a	1.07 ab	1.05 ab	1.08
	Area	135.66 a	150.53 a	159.44 a	155.69 a	150.33
	Perimeter	238.02 a	247.45 a	237.92 a	260.55 a	245.98

MM (n=1)	Length	132.80 a	-	176.92 b	137.76 a	149.16
	Width	1.58 a	-	1.99 b	1.46 a	1.67
	Area	206.97 a	-	312.02 b	192.00 a	237.00
	Perimeter	268.75 a	-	357.80 b	278.45 a	301.67
PP (n=2)	Length	122.65 a	138.42 b	136.30 b	119.77 a	129.29
	Width	1.41 a	1.84 b	2.03 b	1.24 a	1.63
	Area	167.19 a	237.45 b	240.13 b	146.94 a	197.93
	Perimeter	248.13 a	280.54 b	276.67 b	242.02 a	261.84
PS (n=4)	Length	148.00 c	114.96 a	128.10 ab	145.25 bc	136.86
	Width	1.51 a	1.80 b	1.82 b	1.75 ab	1.68
	Area	208.64 a	190.58 a	203.13 a	208.87 a	203.97
	Perimeter	299.02 c	233.51 a	259.86 ab	294.01 bc	277.08
<i>h) Pseudotsuga menziesii</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=3)	Length	26.08 a	32.57 b	22.69 a	24.39 a	26.19
	Width	1.66 bc	1.50 a	1.53 ab	1.73 c	1.62
	Area	39.66 a	48.51 b	34.40 a	39.12 a	40.12
	Perimeter	55.48 a	68.15 b	48.43 a	52.23 a	55.63
MM (n=1)	Length	34.37 b	-	18.84 a	22.43 a	25.21
	Width	1.64 ab	-	1.47 a	1.83 b	1.65
	Area	52.75 c	-	26.79 a	37.82 b	39.12
	Perimeter	72.02 b	-	40.62 a	48.52 a	53.72
PP (n=2)	Length	37.42 b	27.12 a	29.53 a	28.77 a	31.22
	Width	1.54 a	1.64 a	1.51 a	1.67 a	1.58
	Area	52.38 a	41.67 a	41.95 a	44.88 a	45.73
	Perimeter	77.92 b	57.53 a	62.08 a	60.89 a	65.61
<i>i) Taxus baccata</i>						
Park	Trait	E	N	S	W	Mean
BB (n=3)	Length	20.56 b	22.05 b	16.46 a	21.87 b	20.24
	Width	2.24 bc	2.40 c	1.76 a	2.13 b	2.13
	Area	41.54 b	48.97 c	27.49 a	42.84 bc	40.21
	Perimeter	45.61 b	48.90 b	36.44 a	48.01 b	44.74
MM (n=3)	Length	17.34 a	16.16 a	17.72 a	18.59 a	17.45
	Width	2.27 a	2.27 a	2.26 a	2.27 a	2.27
	Area	38.06 a	34.35 a	38.00 a	39.73 a	37.54
	Perimeter	39.22 a	36.86 a	39.96 a	41.73 a	39.44
PP (n=2)	Length	21.98 b	20.45 b	18.07 a	19.92 ab	20.10
	Width	2.66 ab	2.70 b	2.37 a	2.63 ab	2.59
	Area	49.45 b	48.56 ab	40.11 a	47.75 ab	46.47
	Perimeter	49.28 b	46.30 b	40.88 a	45.10 ab	45.39
PS (n=3)	Length	18.89 b	19.81 b	13.58 a	18.52 b	17.70
	Width	2.40 ab	2.36 ab	2.23 a	2.57 b	2.39
	Area	41.06 b	42.59 b	27.67 a	43.83 b	38.78
	Perimeter	42.57 b	44.34 b	31.63 a	42.20 b	40.18

TP (n=1)	Length	16.60 a	19.31 b	18.69 ab	18.90 ab	18.38
	Width	2.17 a	2.24 a	2.22 a	2.27 a	2.25
	Area	33.90 a	40.69 a	39.80 a	39.56 a	38.49
	Perimeter	37.55 a	43.10 b	41.82 ab	42.35 ab	41.20

Parks: AC – Academic; BB – Banovo Brdo; MM – Milutin Milanković; PP – Pioneer; PS – Palace ‘Serbia’, and TP – Topčider park. Traits: Length, Width and Perimeter in mm, Area in mm<sup>2</sup>.  
 Crown exposure: E- eastern, N – northern, S – southern, and W – western. a,b,c...: homogeneous groups.  
 Parkovi: AC – Akademski; BB – Banovo Brdo; MM – Milutin Milanković; PP – Pionirski; PS – Palata „Srbija” i TP – Topčiderski park. Svojstva: duljina, širina i opseg u mm, površina u mm<sup>2</sup>.  
 Ekspozicija krune: E-istok, N-sjever, S-jug i W-zapad. a,b,c...: homogena grupe.

**Table 3.** Summary statistics and ANOVA tables of needle length and width of nine conifers with respect to following factors: park and crown exposure  
**Table 3.** Sumarna statistika i ANOVA tabele dužine i širine iglica devet četinjača u pogledu sledećih faktora: park i izloženost krošnje

a) <i>Abies alba</i> , NEEDLE LENGTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	20	23.1285	5.52571	23.89%	16.58	39.8	23.22	Between groups	381.919	3	381.919	17.19	0.0001
PP	40	17.7765	4.26236	23.98%	10.64	25.92	15.28	Within groups	1288.68	58	22.2186		
Total	60	19.5605	5.5212	27.20%	10.64	39.8	29.16	Total (Corr.)					
EXPOSURE													
E	15	19.474	3.13181	16.08%	12.45	23.15	10.70	Between groups	416.267	3	138.756	6.19	0.001
N	15	23.8187	6.88201	28.87%	14.35	39.8	25.45	Within groups	1254.33	56	22.3988		
S	15	18.0373	4.05932	22.51%	10.64	23.9	13.26	Total (Corr.)	1670.6	59			
W	15	16.892	3.99332	23.64%	12.00	24.17	12.17	Between groups					
Total	60	19.5605	5.5212	27.20%	10.64	39.8	29.16	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

a) <i>Abies alba</i> , NEEDLE WIDTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	20	2.083	0.28195	13.54%	1.45	2.68	1.23	Between groups	0.058963	3	0.058963	0.6	0.443
PP	40	2.0165	0.328985	16.31%	1.36	2.72	1.36	Within groups	5.75093	58	0.098839		
Total	60	2.03667	0.313265	15.37%	1.36	2.72	1.36	Total (Corr.)	5.78989	59			
EXPOSURE													
E	15	2.07933	0.245807	11.82%	1.67	2.72	1.05	Between groups	0.354603	3	0.118201	1.22	0.3116
N	15	2.12467	0.27404	12.90%	1.55	2.68	1.13	Within groups	5.4352	56	0.097057		
S	15	1.918	0.243111	12.68%	1.45	2.38	0.93	Total (Corr.)	5.78989	59			
W	15	2.03267	0.40008	19.65%	1.36	2.56	1.2	Between groups					
Total	60	2.03667	0.313265	15.37%	1.36	2.72	1.36	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

c) <i>Cedrus atlantica</i> , NEEDLE LENGTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
AK	40	13.6477	2.91941	22.38%	7.07	17.89	10.82	Between groups	60.1975	3	20.0658	1.12	0.3403
BB	50	13.4178	5.56549	40.57%	8.51	23.22	14.71	Within groups	3766.59	211	17.8511		
PP	35	14.4743	5.96251	41.34%	6.37	23.74	17.37	Total (Corr.)	3826.79	214			
PS	70	12.8954	4.55584	35.35%	5.77	24.49	18.72	Between groups	128.719	3	42.9063	2.45	0.0647
Total	215	13.3683	4.22873	31.78%	5.77	24.49	18.72	Within groups	3698.07	211	17.5264		
Total (Corr.)								Total (Corr.)	3826.79	214			
EXPOSURE													
E	45	12.9428	6.97501	53.91%	5.77	24.49	18.72	Between groups					
N	30	13.189	3.73041	28.28%	7.42	19.23	11.81	Within groups					
S	65	14.4334	4.0487	28.05%	6.21	22.17	15.96	Total (Corr.)					
W	55	12.4836	4.4985	35.95%	6.23	21.74	15.51	Between groups					
Total	215	13.3683	4.22873	31.78%	5.77	24.49	18.72	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

c) <i>Cedrus atlantica</i> , NEEDLE WIDTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
AK	40	1.3675	0.284269	20.78%	0.78	2.05	1.27	Between groups	1.73255	3	0.577517	7.85	0.0001
BB	50	1.218	0.238755	19.60%	0.76	1.91	1.15	Within groups	15.8910	211	0.075131		
PP	35	1.20371	0.217899	18.18%	0.77	1.8	1.03	Total (Corr.)	17.6643	214			
PS	70	1.416	0.31205	22.04%	0.95	2.04	1.11	Between groups	0.640283	3	0.213428	2.64	0.0502
Total	215	1.32186	0.287303	21.73%	0.76	2.05	1.29	Within groups	17.0241	211	0.080883		
Total (Corr.)								Total (Corr.)	17.6643	214			
EXPOSURE													
E	45	1.36667	0.215787	15.79%	0.93	1.87	0.94	Between groups					
S	50	1.3476	0.27587	20.47%	0.77	1.91	1.14	Within groups					
S	65	1.23954	0.283041	22.86%	0.76	2.04	1.28	Total (Corr.)					
W	35	1.35909	0.33461	24.62%	0.78	2.05	1.27	Between groups					
Total	215	1.32186	0.287303	21.73%	0.76	2.05	1.29	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

b) <i>Abies concolor</i> , NEEDLE LENGTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	50	42.8184	9.78399	22.85%	21.04	73.02	51.98	Between groups	1337.31	3	445.77	1.95	0.1662
PP	40	43.019	12.3762	28.77%	23.06	72.51	49.45	Within groups	60387.6	88	686.223		
Total	90	42.9076	10.9468	25.51%	21.04	73.02	51.98	Total (Corr.)	61724.9	89			
EXPOSURE													
E	20	46.2305	8.5577	18.51%	29.09	64.05	34.96	Between groups	758.627	3	252.876	2.2	0.0944
N	25	44.9144	9.4834	21.11%	30.56	72.51	41.95	Within groups	9906.49	86	115.192		
S	20	42.251	12.209	28.90%	25.12	73.02	47.9	Total (Corr.)	10665.1	89			
W	25	38.7676	12.1183	31.26%	21.04	64.9	43.86	Between groups					
Total	90	42.9076	10.9468	25.51%	21.04	73.02	51.98	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

b) <i>Abies concolor</i> , NEEDLE WIDTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	Standard deviation	Coeff. of variation	Min.	Max.	Range	Source	Sum of Squares	D.F.	Mean Square	F-Ratio	P-Value
BB	50	2.383	0.423177	17.76%	1.7	3.29	1.59	Between groups	1.04642	3	0.34881	5.18	0.0253
PP	40	2.166	0.480858	22.20%	0.86	3.09	2.23	Within groups	17.7926	88	0.202189		
Total	90	2.28656	0.460081	20.12%	0.86	3.29	2.43	Total (Corr.)	18.839	89			
EXPOSURE													
E	20	2.496	0.599011	24.00%	0.86	3.29	2.43	Between groups	1.896	3	0.631999	3.21	0.0271
N	25	2.3536	0.44439	18.88%	1.45	3.13	1.68	Within groups	16.943	86	0.197012		
S	20	2.219	0.250723	11.30%	1.74	2.68	0.94	Total (Corr.)	18.839	89			
W	25	2.106	0.417911	19.84%	1.27	2.88	1.61	Between groups					
Total	90	2.28656	0.460081	20.12%	0.86	3.29	2.43	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

d) <i>Picea abies</i> , NEEDLE LENGTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	20	17.8755	1.66832	9.32%	14.74	20.88	6.14	Between groups	74.1827	3	24.7276	5.82	0.019
PP	40	15.5167	4.19321	27.04%	8.63	25.07	16.44	Within groups	739.679	88	8.4167		
Total	60	16.303	3.71269	22.73%	8.63	25.07	16.44	Total (Corr.)	813.262	89			
EXPOSURE													
E	15	15.5013	4.13428	27.02%	9.4	20.88	11.48	Between groups	260.764	3	86.9214	8.81	0.0001
N	15	19.8907	2.79899	14.08%	16.46	25.07	8.61	Within groups	552.498	56	9.86603		
S	15	14.722	3.23634	21.98%	8.63	20.14	11.51	Total (Corr.)	813.262	89			
W	15	15.298	2.01444	13.17%	13.32	18.69	5.37	Between groups					
Total	60	16.303	3.71269	22.73%	8.63	25.07	16.44	Within groups					
Total (Corr.)								Total (Corr.)					

d) <i>Picea abies</i> , NEEDLE WIDTH													
Descriptive Statistics						ANOVA Table							
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	20	1.6905	0.182885	11.43%	1.19	1.89	0.7	Between groups	0.853453	3	0.284484	29.58	0.0000
PP	40	1.3475	0.165138	12.11%	0.97	1.61	0.64	Within groups	1.67345	58	0.028853		
Total	60	1.43183	0.206953	14.45%	0.97	1.89	0.92	Total (Corr.)	2.5269	59			
EXPOSURE													
E	15	1.36733	0.25084	18.35%	0.97	1.78	0.81	Between groups	0.416848	3	0.138949	3.92	0.0131
N	15	1.46											



**Table 3.** Continued  
**Table 3.** Nastavak

e) <i>Picea omorika</i> , NEEDLE LENGTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	40	19,7990	3,46399	17,58%	15,04	25,93	12,89	Between groups	1119,65	3	373,144	54,17	0,0000
MM	40	14,4000	2,92021	20,24%	9,81	19,13	9,32	Within groups	1485,32	136	10,9213		
PS	40	21,6075	3,41966	15,83%	14,87	30,25	15,38	Total (Corr.)	2604,75	139			
TP	20	19,1295	3,46942	18,14%	14,27	30,33	16,06						
Total	140	18,6901	4,22888	22,17%	9,81	30,25	20,44						
EXPOSURE													
E	35	19,7366	4,90104	24,83%	9,81	30,33	18,32	Between groups	86,5431	3	22,181	1,19	0,3166
N	35	18,5214	4,04122	21,83%	12,98	30,25	17,27	Within groups	2518,21	136	18,4631		
S	35	18,8778	4,68289	24,86%	11,76	27,18	15,42	Total (Corr.)	2604,75	139			
W	35	17,8083	5,54414	31,16%	9,94	22,75	12,79						
Total	140	18,6901	4,22888	22,17%	9,81	30,25	20,44						

e) <i>Picea omorika</i> , NEEDLE WIDTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	40	1,62625	0,24648	17,62%	1,02	2,2	1,18	Between groups	1,51274	3	0,50423	7,81	0,0001
MM	40	1,491	0,27886	18,73%	1,1	1,98	0,88	Within groups	8,78278	136	0,06458		
PS	40	1,79925	0,24887	13,82%	0,91	2,36	1,45	Total (Corr.)	10,2955	139			
TP	20	1,56000	0,17310	11,16%	1,28	1,79	0,51						
Total	140	1,61614	0,27715	16,84%	0,91	2,36	1,45						
EXPOSURE													
E	35	1,57543	0,31742	20,17%	1,02	2,17	1,11	Between groups	0,47035	3	0,15678	2,2	0,091
N	35	1,70657	0,18435	10,8%	1,36	2,2	0,84	Within groups	9,81916	136	0,0722		
S	35	1,62793	0,32248	19,82%	0,91	2,36	1,45	Total (Corr.)	10,2955	139			
W	35	1,55714	0,21511	13,81%	1,19	1,91	0,74						
Total	140	1,61614	0,27715	16,84%	0,91	2,36	1,45						

g) <i>Pinus nigra</i> , NEEDLE LENGTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	60	122,253	17,0964	13,98%	91,28	155,25	63,97	Between groups	10296,8	3	3432,27	13,72	0,0009
MM	15	149,159	21,3491	14,31%	124,79	194,69	69,9	Within groups	39826	136	292,838		
PP	40	120,288	13,9520	11,59%	99,66	162,59	62,93	Total (Corr.)	50122,8	139			
PS	25	136,664	18,9378	13,84%	95,3	191,28	95,98						
Total	140	129,754	18,9894	14,63%	91,28	194,69	103,4						
EXPOSURE													
E	40	128,572	18,571	14,46%	98,81	191,28	92,47	Between groups	726,236	3	242,078	0,67	0,574
N	30	126,841	14,3072	11,28%	93,5	162,59	69,09	Within groups	49396,6	136	363,21		
S	35	133,173	26,0471	19,56%	91,28	194,69	103,4	Total (Corr.)	50122,8	139			
W	35	130,183	14,3897	11,05%	107,99	155,25	47,26						
Total	140	129,754	18,9894	14,63%	91,28	194,69	103,4						

g) <i>Pinus nigra</i> , NEEDLE WIDTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	60	1,07883	0,213256	19,77%	0,46	1,62	1,16	Between groups	11,3936	3	3,79787	42,93	0,0000
MM	15	1,67533	0,326122	19,47%	1,03	2,23	1,2	Within groups	12,0307	136	0,088461		
PP	40	1,6315	0,40152	24,61%	0,91	2,4	1,49	Total (Corr.)	23,4243	139			
PS	25	1,678	0,253668	15,15%	1,19	2,04	0,85						
Total	140	1,48764	0,410512	27,16%	0,46	2,4	1,94						
EXPOSURE													
E	40	1,54825	0,259081	16,75%	0,97	1,97	1	Between groups	1,86621	3	0,622069	3,92	0,0101
N	30	1,422	0,462187	32,50%	0,68	2,17	1,49	Within groups	21,5581	136	0,158516		
S	35	1,58343	0,513672	32,44%	0,59	2,4	1,81	Total (Corr.)	23,4243	139			
W	35	1,26457	0,332144	26,31%	0,46	1,98	1,52						
Total	140	1,48764	0,410512	27,16%	0,46	2,4	1,94						

f) <i>Picea pungens</i> , NEEDLE LENGTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
MM	40	19,014	6,53589	34,37%	9,05	33,08	24,03	Between groups	1584,67	2	792,337	26,31	0,0000
PP	40	22,859	5,31442	23,25%	16,01	37,43	21,42	Within groups	3522,93	117	30,1105		
PS	40	37,848	4,6012	12,16%	17,2	35,65	17,85	Total (Corr.)	5107,6	119			
Total	120	33,254	6,55141	19,7%	9,05	37,43	28,38						
EXPOSURE													
E	30	29,2775	3,8111	13,02%	22,59	37,43	14,84	Between groups	1570,14	3	523,379	17,16	0,0000
N	30	19,6207	6,47520	33,00%	9,05	31,7	22,65	Within groups	3537,46	116	30,4954		
W	30	22,0605	4,57123	20,71%	15,19	29,29	14,10	Total (Corr.)	5107,6	119			
	30	22,0497	6,64668	30,16%	15,33	35,65	20,32						
Total	120	33,254	6,55141	19,7%	9,05	37,43	28,38						

f) <i>Picea pungens</i> , NEEDLE WIDTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
MM	40	1,46575	0,289357	19,75%	0,86	2,14	1,28	Between groups	1,78193	2	0,890966	10,59	0,0000
PP	40	1,6475	0,307527	18,67%	1,1	2,3	1,2	Within groups	8,4829	117	0,072381		
PS	40	1,67825	0,254854	15,19%	1,1	2,17	1,07	Total (Corr.)	11,2648	119			
Total	120	1,57717	0,309673	19,61%	0,86	2,3	1,44						
EXPOSURE													
E	30	1,77933	0,283699	15,94%	1,1	2,3	1,2	Between groups	1,68795	3	0,562643	6,87	0,0003
N	30	1,48133	0,336511	22,72%	0,86	2,17	1,31	Within groups	9,57691	116	0,083356		
S	30	1,50733	0,244511	16,22%	1,02	1,93	0,91	Total (Corr.)	11,2648	119			
W	30	1,54067	0,23709	15,39%	1,03	2,12	1,09						
Total	120	1,57717	0,309673	19,61%	0,86	2,3	1,44						

h) <i>Pseudotsuga montezlii</i> , NEEDLE LENGTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	50	76,191	6,2174	8,17%	13,35	89,04	75,69	Between groups	640,496	2	320,248	6,81	0,0017
MM	15	25,2113	8,00369	31,74%	16,46	42,75	26,29	Within groups	4563,8	97	47,0484		
PP	40	31,2249	7,19603	22,88%	16,65	43,49	26,84	Total (Corr.)	5204,29	99			
Total	100	37,8039	7,25042	19,18%	13,35	43,49	30,14						
EXPOSURE													
E	50	31,2417	7,28229	23,31%	17,13	43,49	26,36	Between groups	889,278	3	296,426	6,59	0,0004
N	15	30,754	5,87902	19,11%	22,45	39,04	16,59	Within groups	4315,01	96	44,9481		
S	25	24,6536	6,61014	26,81%	13,35	34,21	20,86	Total (Corr.)	5204,29	99			
W	30	25,523	6,55145	25,67%	16,65	43,94	27,29						
Total	100	37,8039	7,25042	19,18%	13,35	43,49	30,14						

h) <i>Pseudotsuga montezlii</i> , NEEDLE WIDTH													
PARK	n	Descriptive Statistics				ANOVA Table							
		Average	SD	CV	Min.	Max.	Range	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	60	26,191	6,2174	23,76%	13,35	39,04	25,69	Between groups	5,79693	4	1,44923	13,48	0,0000
MM	60	25,2113	8,00369	31,75%	16,46	42,75	26,29	Within groups	27,4208	255	0,107532		
PP	40	31,2249	7,19603	23,05%	16,65	43,49	26,84	Total (Corr.)	33,2177	259			
Total	160	27,8039	7,25042	26,08%	13,35	43,49	30,14						
EXPOSURE													
E	65	31,2417	7,28229	23,31%	17,13	43,49	26,36	Between groups	1,99006	3	0,660021	5,46	0,0012
N	65	30,754	5,87902	19,11%	22,45	39,04	16,59	Within groups	31,2196	256	0,121952		
S	65	24,6536	6,61014	26,81%	13,35	34,21	20,86	Total (Corr.)	33,2177	259			
W	65	25,523	6,55145	25,67%	16,65	43,94	27,29						
Total	260	27,8039	7,25042	26,0									



Table 3. Continued  
Table 3. Nastavak

Taxus baccata NEEDLE LENGTH												
Descriptive Statistics							ANOVA Table					
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	60	28.24	4.1521	28.51%	11.85	27.8	Between groups	399.85	4	89.9124	7.00	0.0000
MM	60	11.2543	3.22109	28.21%	10.22	16.52	Within groups	3015.48	255	11.8254		
PP	60	20.105	2.78489	13.88%	13.05	26.00	Total	3375.11	259			
PS	60	17.7012	2.94244	16.62%	8.97	21.43						
TP	60	18.5777	2.24885	12.15%	12.35	24.8						
Total	210	18.7561	3.6999	19.73%	8.97	27.8						
EXPOSURE												
E	65	18.8857	4.01856	21.26%	10.22	27.8	Between groups	266.584	5	88.7815	7.31	0.0001
N	65	18.6608	3.24149	18.66%	11.52	26.78	Within groups	3108.79	256	12.1437		
S	65	17.0722	3.70726	21.72%	8.97	24.44	Total (Cont.)	3375.11	260			
W	65	18.6166	2.88815	14.62%	14.1	27.43						
Total	268	18.7561	3.6999	19.73%	8.97	27.8						

Taxus baccata NEEDLE WIDTH												
Descriptive Statistics							ANOVA Table					
PARK	n	Average	SD	CV	Min.	Max.	Source	SS	D.F.	MS	F-Ratio	P-Value
BB	60	2.15083	0.356254	16.72%	1.11	3.13	Between groups	5.79697	4	1.44927	13.48	0.0000
MM	60	2.29633	0.336317	14.83%	1.81	3.43	Within groups	17.4208	255	0.107532		
PP	60	2.58975	0.364408	14.07%	1.73	3.25	Total	33.2177	259			
PS	60	2.50075	0.374031	15.06%	1.81	3.9						
TP	60	2.25483	0.283506	12.38%	1.48	2.9						
Total	210	2.29483	0.358122	15.61%	1.11	3.25						
EXPOSURE												
E	65	2.37160	0.31827	13.71%	1.81	3.47	Between groups	1.99806	5	0.664821	5.86	0.0012
N	65	2.57185	0.342531	14.44%	1.67	3.15	Within groups	31.2196	256	0.121852		
S	65	2.14631	0.309106	14.20%	1.11	3.25	Total (Cont.)	33.2177	260			
W	65	2.54031	0.364533	15.58%	1.7	3.25						
Total	268	2.29483	0.358122	15.61%	1.11	3.25						

Figure 4g, h), the highest needle length was found in MM and PS (Table 3g). Southern exposure was found to be also statistically the best. In needles of *Pseudotsuga menziesii*, the highest values of length and width were exhibited in PP (Table 2, Figure 3h, Figure 4h, Table 3h). The largest needles (statistically approved) according to needle length and width were found on eastern and northern exposures, resp. In needle length of *T. baccata*, park BB was the best (Table 2, Figure 3i, Figure 4i, Table 3i), while in needle width PP was the best. Western and northern exposures were significantly the best, resp.

## DISCUSSION RASPRAVA

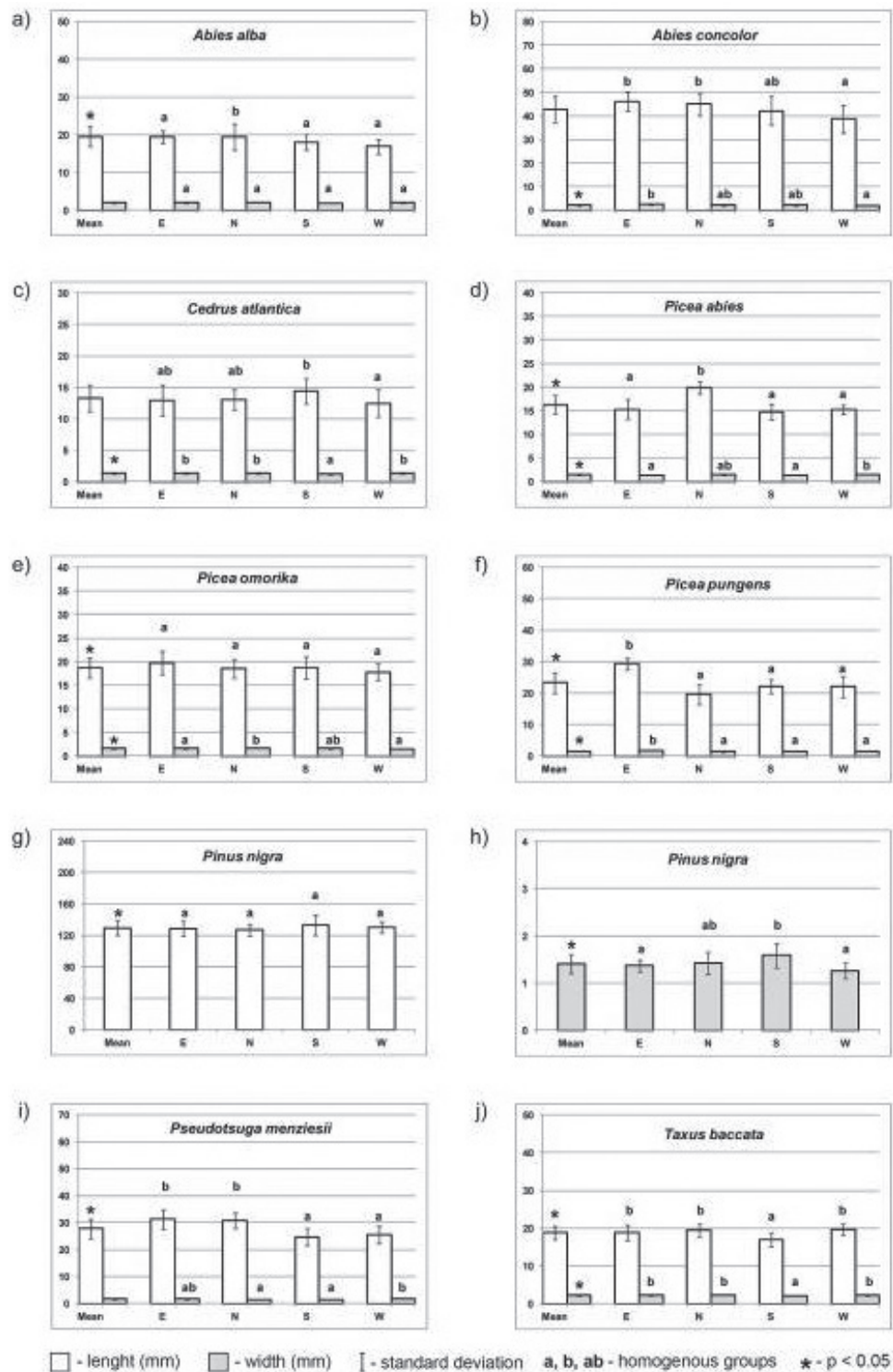
*Abies alba*, according to Jovanović (1967) and Janković (1973), is a sciophilic species (thrives in the shade), which agrees with presented results where the maximum values of needle length on northern exposure was shown, even though, according to Robakowski et al. (2004), young seedlings require somewhat more light. *A. concolor* is also a shade-loving species, however, it copes well with sunny locations as well and is a desirable park species (Jovanović 1967; Vukićević 1982). Presented results, since no statistical differences in crown exposure were found, confirmed statements of both authors. Furthermore, Mori and Takeda (2004) reported that branches of alpine species, *A. mariesii* and *A. veitchii*, developed more slowly in the shade. Needle masses per area of these species (results of current-year needles!) were lower in the shade. *Cedrus atlantica* is favo-

rite park species which in the examinations presented therein exhibited variability concerning exposure. Its both heliophilic (Vukićević 1982) and xerotherm characters (Jovanović 1967), were not statistically approved in presented results, although on southern exposure needle length was the highest. *Picea abies* is a species that copes better in the shade (Jovanović 1967) or in partial shade (Janković 1973). The both opinions were approved in presented examination where higher needle length was found on northern, and higher needle width on western exposure. *P. omorika*, though a sciophilic species, it can thrive in the light as well (Jovanović 1967). In presented results its needle length had the highest mean value on the eastern side, but its needle width was the best on the northern side. It is important to notice that both findings didn't have statistical support. *P. pungens* is also considered a heliophilic species (Jovanović 1967), which coincides with the maximum values found mostly on eastern exposure (presented results, statistically approved). Furthermore, needle masses per area (of current-year needles) of *P. jezoensis* (Mori and Takeda, 2004) was lower in the shade. *Pinus nigra* is a distinct heliophilous (Jovanović 1967; Janković 1973), as confirmed in presented results where maximum values were found on southern exposure, but it was not statistically confirmed. *Pseudotsuga menziesii* is considered a partial shade species and is successfully grown in forest cultures (Vukićević 1982). It was in accordance with presented evidence where the longest needles were found on southern exposure, but the thickest needles were found on northern exposure. *Taxus baccata* is a species that tolerates deep shade (Jovanović 1967; Janković 1973; Robakowski et al. 2004), and in presented results it achieved the best results on eastern or northern exposures (needle length and needle width, resp.).

The significant impact between light and shade on leaf mass per area had also been established in some tropical species (Martin et al. 2020) and other leaf physiological traits. It was founded that differences in needle morphology between parks could be consequence of tree maturation, too (quoted in the case of Douglas-fir needles, where length, width, thickness, and roundness of needles grew through the needle age, Apple et al. 2002).

Increased dryness and the poverty of soil led to decreased length and area of needles (Tyukavina et al. 2019a). Needle area of Scots pine forests in taiga was reduced in conditions far from optimal water regime, so consequences in changing the width and thickness of needles occurred (Tyukavina et al. 2019b).

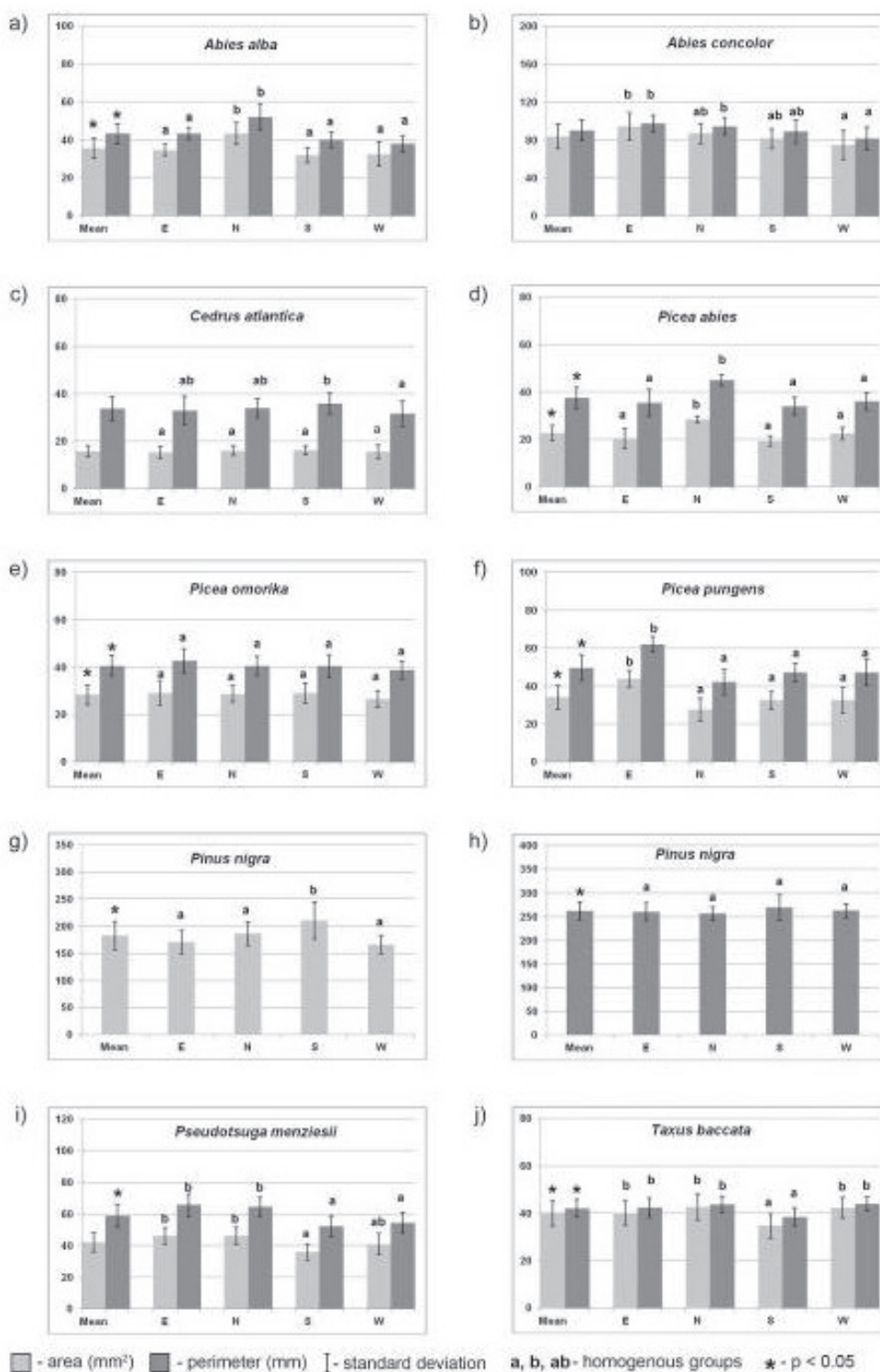
In previous study (Nikolić et al. 2019), for all investigated species significant differences in needle morphology (and anatomy) between species as well as between individuals were found, too. Our results is in accordance to general data which was well known (Vukićević et al. 1982).



**Figure 3.** Differences in the length and width of the needles of nine conifers with respect to crown exposure  
**Slika 3.** Razlike u duljini i širini iglica devet četinjača s obzirom na izloženost krošnji

BB is the only park on serpentinite ground that has most likely favoured the development of the needles of species *A. alba*, *P. abies* and *T. baccata* (primarily needle length). The remaining six studied species demonstrated better results on limestone surfaces. According to Vukićević (1982), *P. pungens* is not too demanding in terms of soil characteristics but

we couldn't approve this since all investigated trees of this species were on same substrat, loam. Speaking of soil properties, this paper's findings and conclusions should be taken with reservation because some of the parks implemented cultivation measures, primarily fertilization (but, unfortunately, it was known for sure only for parks AC and BB).



**Figure 4.** Differences in the needle area and perimeter of the needles of nine conifers with respect to crown exposure  
**Slika 4.** Razlike u površini i opsegu iglica devet četinjača s obzirom na izloženost krošnji

## CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

According to obtained results the crown exposure influenced to needle properties in many of analyzed conifers. Species, parks in which they were found, as well as crown

exposures, differed mostly in needle length and needle width.

The differences among the species in terms of light requirement found in the present research determined species for individual cooperation in parks (i.e. as solitary trees) as



light-loving or partial shade species (*C. atlantica*, *P. abies*, *P. omorika*, *P. pungens*, *P. nigra* and *P. menziesii*), or group cooperation as shade-loving species (*A. alba*, *A. concolor* and *T. baccata*), which is something to be taken into consideration when setting up parks in the future.

## ACKNOWLEDGEMENTS

### ZAHVALE

This study was supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia, grant numbers: 451-03-47/2023-01/200027 and 451-03-47/2023-01/200169.

## REFERENCES

### LITERATURA

- Apple M., K. Tiekotter, M. Snow, J. Young, A. Soeldnerb, D. Phillips, D. Tingey, B. J. Bond, 2002: Needle anatomy changes with increasing tree age in Douglas-fir. *Tree Physiol*, 22(2-3):129-136.
- Aranda, I., L. Castro, M. Pardos, L. Gil, J.A. Pardos, 2005: Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. *For Ecol Manage*, 210(1-3):117-129.
- Donovan, R.G., H.E. Stewart, S.M. Owen, A.R. MacKenzie, C.N. Hewitt, 2005: Development and application of an urban tree air quality score for photochemical pollution episodes using the Birmingham, United Kingdom, area as a case study. *Environ Sci Technol*, 39(17):6730-6738.
- Dutilleul, P., L. Han, F. Valladares, C. Messier, 2015: Crown traits of coniferous trees and their relation to shade tolerance can differ with leaf type: a biophysical demonstration using computed tomography scanning data. *Front Plant Sci*, 6:172.
- Freer-Smith, P. H., K. P. Beckett, G. Taylor 2005: Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Beaupré*, *Pinus nigra* and *x Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environ Pollut*, 133(1):157-167.
- Gebauer, R., D. Volařík, J. Urban, I. Børja, N.E. Nagy, T.D. Eldhuset, P. Krokene, 2019: Effects of mild drought on the morphology of sun and shade needles in 20- year-old Norway spruce trees. *IForest*, 12(1):27-34.
- Hällgren, J.E., S.Å. Fredriksson, 1982: Emission of hydrogen sulfide from sulfur dioxide-fumigated Pine trees. *Plant Physiol*, 70(2):456-459.
- Holmgren, M., 2000: Combined effects of shade and drought on tulip poplar seedlings: trade-off in tolerance or facilitation? *Oikos*, 90(1):67-78.
- Janković, M., 1973: Enciklopedijski leksikon mozaik znanja – Biologija, Interpres, Tom 19, Beograd.
- Jovanović, B., 1967: Dendrologija sa osnovama fitocenologije. Naučna knjiga, 576 str., Beograd.
- Martin, R.E., G.P. Asner, L.P. Bentley, A. Shenkin, N. Salinas, K.Q. Huaypar, M.M. Pilco, F.D. Ccori Alvarez, B.J. Enquist, S. Diaz, Y. Malhi, 2020: Covariance of sun and shade leaf traits along a tropical forest elevation gradient. *Front Plant Sci*, 10:1810.
- Mori A., H. Takeda, 2004: Functional relationships between crown morphology and within-crown characteristics of understory saplings of three codominant conifers in a subalpine forest in central Japan. *Tree Physiol*, 24(6):661-670.
- Nikolić, M.B., A.M. Stefanović, M.M. Veselinović, D.S. Milanović, D.K. Mladenović, Ž.S. Mitrović, M.S. Eremija, B.Lj. Rakonjac, 2019: Needle morpho-anatomy and pollen morpho-physiology of selected conifers in urban conditions. *Appl Ecol Env Res*, 17(2):2831-2848.
- Osada, N., 2012: Crown exposure to light and tree allometry of 11 tree species in a snowy cool-temperate forest in Japan. *Plant Ecol*, 213(5):783-794.
- Robakowski, P., T. Wyka, S. Samardakiewicz, D. Kierzkowski, 2004: Growth, photosynthesis and needle structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) seedlings under different canopies. *For Ecol Manage*, 201(2-3):211-227.
- Shenkin, A., B. Bolker, M. Peña-Claros, J.C. Licona, N. Ascarunz, F. E. Putz, 2018: Interactive effects of tree size, crown exposure and logging on drought-induced mortality. *Philos Trans R Soc B*, 373:20180189.
- Tyukavina, O. N., N. A. Neverov, D. N. Klevtsov, 2019a: Influence of growing conditions on morphological and anatomical characteristics of pine needles in the northern taiga. *J For Sci*, 65(1):33-39.
- Tyukavina, O. N., N. A. Neverov, A. L. Mineev, 2019b: Variations in the length of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles under the influence of climatic factors and solar activity in different conditions of northern taiga. *J For Sci*, 65(8):313-320.
- Vukićević, E. 1982: Dekorativna dendrologija. Univerzitet u Beogradu, 781 str., Beograd.
- Wyckoff, P.H., J.S. Clark, 2005: Tree growth prediction using size and exposed crown area. *Can J For Res*, 35(1):13-20.

## SAŽETAK

Analizirano je 66 stabala devet vrsta četinjača: atlaskog cedra, crnog bora, bodljikave smreke, duglazije, obične smreke, šumske tise, Pančičeve omorike, koloradske jele i obične jele, iz šest beogradskih parkova. Analizirano je pet iglica sa svake od četiri glavne ekspozicije krošnje. Ispitivana je duljina, širina, površina i opseg iglica. Vrste, parkovi u kojima su pronađene, kao i ekspozicije njihovih kruna, razlikovali su se po duljini i širini iglica. Korelacije između izmjerenih svojstava iglica određene su linearnom regresijskom analizom. Utvrđene su jake pozitivne korelacije između duljine, opsega i površine iglica. Razlike među vrstama u zahtjevima za svjetlom određuju vrste za pojedinačnu sadnju kao vrste koje vole svjetlo ili polusjenu (atlaski cedar, obična smreka, Pančičeva omorika, bodljikava smreka, crni bor i duglazija) ili za grupnu sadnju kao sjenoljubne vrste (obična jela, dugoičičava jela i šumska tisa).

**KLJUČNE RIJEČI:** četinjače, korelacije, izloženost, morfologija iglica, parkovi.



# STOCKTYPE IMPACT ON SURVIVAL AND GROWTH OF ONE-YEAR OLD *QUERCUS PUBESCENS* SEEDLINGS ON THE EDGE OF PANONNIAN BASIN

## UTJECAJ TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE NA PREŽIVLJAVANJE I RAST JEDNOGODIŠNJIH SADNICA *Quercus pubescens* NA RUBU PANONSKOG BAZENA

Jovana DEVETAKOVIĆ<sup>1</sup>, Associate Professor (vanredni professor) Milutin ĐILAS<sup>2</sup>, Junior Researcher (istraživač pripravnik) Ivona KERKEZ JANKOVIĆ<sup>1</sup>, Research Assistant (istraživač saradnik)

### SUMMARY

*Quercus pubescens* has relatively wide distribution in Europe, but dominated forests are quite common in South Europe, while they are confined to warm microclimatic conditions in central Europe. On the edge of the Panonian basin *Q. pubescens* is mainly found on the edge of its native range, in isolated populations which have an important role in examining the adaptive potential, especially considering that the forest-steppe and sub-mediterranean climate is predicted to be the dominant climate in some regions of Central Europe in future. There are very limited knowledge about *Q. pubescens* forest establishment and restoration in continental climate today. This study provides information about stocktype effect on seedlings success after outplanting in very competitive conditions. Although bareroot seedlings were larger in the nursery, container seedlings had better survival and growth on the field. Generally, low survival rate for both stocktypes (mean survival 47.60%; container seedlings 55.41%; bareroot seedlings 41.41%) can be assessed as consequence of uncompetitive seedlings and lack of vegetation control.

**KEY WORDS:** stocktype, survival, growth, lack of vegetation control, restoration

### INTRODUCTION

#### UVOD

Oak forests are represented for the most part of Balkan Peninsula and Southeast Europe, but their condition and perspectives are related to composition of species and ecological conditions which vary from site to site. According to last forest inventory in Serbia, about 30% of forest area belongs to oaks forest, while more than half of them are coppice forest (Banković *et al.*, 2009). One of native oaks in Serbia is Pubescent or Downy oak (*Quercus pubescens*

Wild.) which is frequent member of polydominant oak forests, but with significant lower distribution than *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. frainetto* and *Q. robur* (Cvjetičanin *et al.*, 2016). Since *Q. pubescens* is mainly distributed in central and southern Europe and it is one of the most important forest tree species in south-central and south-eastern Europe and Anatolia (Bordács *et al.*, 2019), so majority of data for *Q. pubescens* seedlings field performance are available for Mediterranean region. *Q. pubescens* dominated forests are quite common in South Europe, while they are confined to warm microclimatic conditions in central Europe

<sup>1</sup> University of Belgrade - Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup> Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13d, Novi Sad, Serbia

(Pasta *et al.*, 2016). On the edge of the Pannonian basin *Q. pubescens* is mainly found on the edge of its native range and in isolated populations (Caudullo *et al.*, 2017). These populations have an important role in examining the adaptive potential and field performance of the seedlings, especially considering that the forest-steppe and sub-mediterranean climate is predicted to be the dominant climate in some regions of Central Europe (Bordács *et al.*, 2019). Projections of the regional climate model for south-east Europe generally predict an increasing of temperature and a decreasing of precipitation (Ivetić, Devetaković, 2016), which indicate possibility to promote *Q. pubescens* as a potential species for oak forest restoration on the continental areas of Balkan and increasing their participation in forests. As heliophilous and thermophilous species tolerant on low precipitation level (<400 mm in vegetation period), summer drought and poor and eroded soils (Bordács *et al.*, 2019) adaptive potential of pubescent oak, but as well as seedlings quality and management might have an increasing role in present and potential future distributional range. Seedlings attributes do not the only one predictor of future success, but it is important one, since artificial regeneration is interaction complex between species, planting and site conditions (South, 2000). Seedlings stocktype could be marked as one of factors which predict future success, and numerous trials reported advantages of container seedlings (Grossnickle, El-Kassaby, 2016). Beside that, morphological attributes can be predictor of seedlings performance at the field (Tsakalimi *et al.*, 2012). There are studies which promote better morphological attributes as predictor for better survival (Villar-Salvador *et al.*, 2004; Tsakalimi *et al.*, 2005; Villar-Salvador, 2012) and growth (Villar-Salvador *et al.*, 2004; Ivetić *et al.*, 2016) on the field for oak seedlings. Pre-planting operations have great role in survival of seedlings, planting date and soil preparation showed significant influence on survival and growth of *Q. ilex* seedlings in Mediterranean conditions (Palacios *et al.*, 2009). High intensity soil preparation treatments can help survival of lower quality seedlings (South *et al.*, 2001). Pre- and post-planting weed control is desirable and using different methods improve oak seedlings establishment (Ezell, Hodges, 2002; Löf *et al.*, 2006; Ezell *et al.*, 2007), often better than using tree shelters or natural shade (Mc Creary *et al.*, 2011). Study with two Mediterranean oaks in combination with neighboring species showed high competition sensibility of *Q. pubescens* seedlings and better results in control where it was competitive to natural weed vegetation (Prévosto *et al.*, 2015). Interactions between plants on the field are complex and complicated and in some cases negative effects of competition are lower than benefits. There are several studies which reported positive effect of shrubs on oak seedlings survival and growth in Mediterranean conditions (Gómez-

Aparicio *et al.*, 2004; Padilla, Pugnaire, 2006; Rousset, Lepart, 1999).

Natural regeneration of oak forests is induced by seed production, seed viability, seed survival, seed dispersal, seedling establishment and sampling growth and survival (Pulido, Díaz, 2005). Reasons for poor oak regeneration could be caused by many factors such as limiting light conditions when oaks are out-competed by more shade-tolerant species or in the conditions after clearcut (light are not limited) when faster-growing species often out-compete oak (Iverson, 2008). Natural regeneration of oaks were promoted as primarily method, but there are increasingly more situations in which high potential for oak regeneration failure dictates the use of artificial regeneration including direct seeding and planting seedlings (Dey *et al.*, 2008). If artificial regeneration observed as planting, many problems can be exceed, but work method need be different and intent on seedlings performance and solving on pre- and post-planting conditions.

However, there are very limit knowledge about *Q. pubescens* forest restoration and regeneration in the continental areas, so this study was provided with aim to obtained recommendation about seedlings stocktype for planting in continental Balkan areas for purpose of pubescent oak forests restoration.

## MATERIAL AND METHOD MATERIJALI I METODE

### Seed origin – *Porijeklo sjemena*

Acorns were collected in the Natural Monument “Košutnjak Forest” (44.772730, 20.432714), located in Belgrade (Serbia). It is an isolated forests complex, surrounded by an urban area. In a floristically diverse forest four native oak species are present: *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. frainetto* and *Q. robur*, as well as *Q. rubra* as non-native (Šijačić-Nikolić *et al.*, 2021). Given the high rate of hybridization of this species, selection of morphologically typical individuals was needed. In total 88 trees were selected, but acorns were collected from 20 selected maternal trees. Except morphological traits of trees, spatial area was also taken into consideration with preferring long distance trees or tree groups (Figure 1).

### Nursery trial – *Rasadnički ogled*

Collected acorns were shortly storage into basement (no more than two weeks) before nursery sowing. Nursery trial was established in the last week of October 2019 in nursery near originate population (44.782498, 20.425315). Sowing was performed in seedbeds and containers. In seedbeds density was 50 seeds m<sup>-1</sup> and distance between rows 20 cm. In the same time, containers (Bosnaplast 18) were filled



**Figure 1.** Spatial distribution of 20 selected maternal trees

**Slika 1.** Prostorni raspored 20 odabranih matičnih stabala

with peat and forest soil mixture (1:2) and one acorn per cell was placed. Germination was noticed on the start of April 2020 in seedbeds and two weeks later into containers and it was finished on the half May. Germination percent was near 50 % in both stocktypes. During growing period seedlings were ordinarily irrigated with several hand weeding. Fertilization were performed uniformly for both seedlings types during 6 weeks from middle June to middle July (Fitogal S<sup>®</sup> - Galenika, according producer prospects).

### Field trial – Terenski pokus

Establishment site (44.777569, 20.429238) previous were planted mixed forest of pines (*P.nigra* and *P. sylvestris*) and deciduous species (*Fraxinus excelsior*, *Tilia argentea*, *Prunus avium*, *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Castanea sativa*), marked as low valuable forest from several aspects. Situation on the field indicated need for sanitary logging and

restoration in the aim to promote natural vegetation. Soil conditions, elevation, exposition and climatic characteristics indicated possibilities of oak forest establishment with giving priority for *Q.pubescens*. Site preparation was conducted after a clearcut. It included logging and removal of trees and shrubs with mechanical grinding of remains. Planting was performed in the first half of December 2020. Planting holes (30 x 30 cm) were prepared by mechanical driller several days before. Bareroot seedlings were transported in plastic bags from nursery, while containers seedlings were transported in containers. Planting sites were squarely randomized on the distance 3 m and random arrangement of different stocktype seedlings was performed during planting. Total of 408 seedlings were planted and marked accordingly to stocktype. Mechanical weed control between seedlings was provided only once – in the last week of May.

**Table 1.** Temperature and precipitation per months for year 2021 and their differences from reference period 1990-2020. (Source: <https://www.hidmet.gov.rs/>)

**Tablica 1.** Temperatura i oborina po mjesecima za 2021. godinu i njihove razlike u odnosu na referentno razdoblje 1990.-2020.

Month Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Year Average Prosječno godišnje
Temperature Temperatura [°C]	3.8	6.5	6.7	10.1	17.0	23.7	25.9	23.4	19.3	11.5	8.6	3.7	13.4
Deviation Odstupanje (reference value / referentna vrijednost)	↑1.9 (1.9)	↑2.7 (3.8)	↓1.6 (8.3)	↓3.5 (13.6)	↓1.2 (18.2)	↑1.8 (21.9)	↑2.1 (23.8)	↓0.4 (23.8)	↑0.8 (18.5)	↓1.8 (13.3)	↓0.2 (8.1)	↓0.7 (3.0)	↑0.2 (13.2)
Precipitation Padavine [mm]	60.6	34.0	57.6	51.9	85.8	22.9	93.6	39.6	18.8	71.0	132.8	147.2	815,8
Deviation Odstupanje (reference value / referentna vrijednost)	↑12.7 (47.9)	↓9.5 (43.5)	↑8.9 (48.7)	↑0.4 (51.5)	↑13.5 (72.3)	↓72.7 (95.6)	↑27.1 (66.5)	↓15.5 (55.1)	↓39.8 (58.6)	↑16.2 (54.8)	↑83.2 (49.6)	↑92.4 (54.8)	↑116.9 (698.9)



Meteorological data for observed year were obtained from local meteorological station (44.772013, 20.424490) and presented in Table 1, while deviation from normal.

### Seedlings measurement – Mjerenja sadnica

At nursery stage, total of 232 seedlings (106 bareroot and 126 container seedlings) were carefully lifted at the end of growing season and stored in the fridge (5 °C). During next two weeks, seedlings were measured for: shoot height (h), root collar diameter (d) and dry mass of shoot ( $m_s$ ) and root ( $m_r$ ) after drying during 48 h at temperature  $68 \pm 2^\circ\text{C}$  (Ivetić, 2013). Obtained values were used for calculation saturdeness coefficient (SQ - Roller, 1997), shoot to root ratio ( $m_s:m_r$ ) and quality index (QI - Dickson *et al.*, 1960). Average values according standard deviation values (SD) were calculated for each observed parameter with separation of minimal and maximal values.

In field trial, shoot height (H) and diameter above ground level (D) were measured firstly in February 2021 (eight weeks after planting), and then in February 2022 (H1 and D1). Relative to the initial values of H and D an increment (H%, respectively D%) was calculated as:

$$H\% = \left( \frac{H_2}{H_1} \times 100 \right) - 100$$

$$D\% = \left( \frac{D_2}{D_1} \times 100 \right) - 100$$

Number of viable seedlings was estimated in June 2020, but survival (S) was estimated as difference between planting seedlings and viable seedlings after first growing season on the field. Average values according standard deviation values (SD) were calculated for each observed parameter with

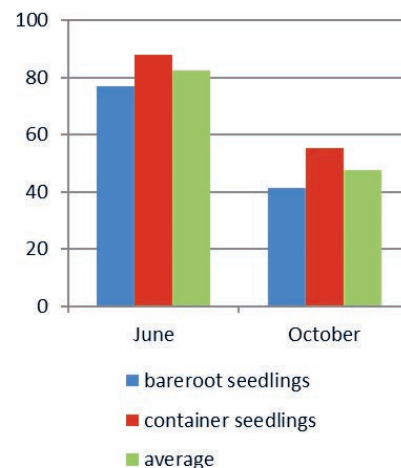
separation of minimal and maximal values for H1 and D1, respectively H2 and D2.

All measurements are analyzed in the software Statistica 7.0.

## RESULTS REZULTATI

### Seedlings – Sadnice

Most of observed parameters are stronger at bareroot seedlings (h, SQ,  $m_s$ ,  $m_r$ ,  $m_s:m_r$ , QI), except root collar diameter (d) which is slightly stronger at container seedlings (3.04 in comparison to 3.01 at bareroot seedlings) (Table 2).



**Figure 2.** Survival of different stocktype seedlings during first growing season on the field

**Slika 2.** Preživljavanje različitih tipova sadnica tijekom prve vegetacijske sezone na terenu

**Table 2.** Morphological attributes of seedlings in the nursery by stocktype

**Tablica 2.** Morfološka svojstva sadnica u rasadniku prema tehnologiji proizvodnje

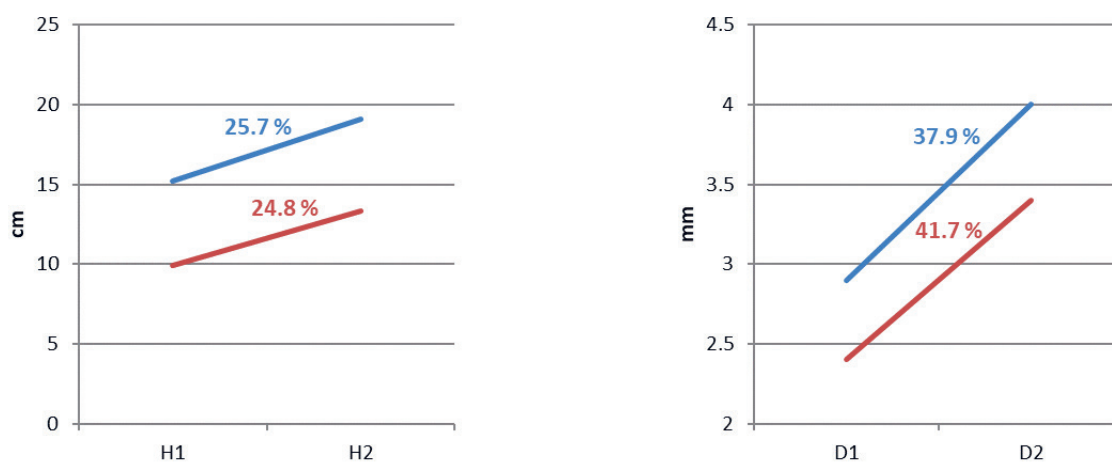
	BAREROOT SEEDLINGS SADNICE GOLOG KORIJENA		CONTAINER SEEDLINGS KONTEJNERSKE SADNICE		AVERAGE PROSJEČNA VRIJEDNOST	
	mean (SD)	min-max	mean (SD)	min-max	mean (SD)	min-max
h	20.25 (8.27)	6.90–44.80	10.02 (2.49)	4.30–15.90	14.69 (7.78)	4.30–44.80
d	3.01 (1.11)	1.20–6.00	3.04 (0.90)	1.00–5.50	3.03 (1.00)	1.00–6.00
SQ	6.89 (1.91)	3.42–12.00	3.53 (1.21)	1.19–7.90	5.07 (2.29)	1.19–12.00
$m_s$	1.76 (1.43)	0.20–6.70	0.45 (0.23)	0.06–1.07	1.05 (1.18)	0.06–6.70
$m_r$	2.20 (1.57)	0.11–7.30	0.82 (0.37)	0.13–1.93	1.45 (1.29)	0.11–7.30
$m_s:m_r$	0.85 (0.41)	0.28–3.36	0.59 (0.24)	0.08–1.41	0.70 (0.35)	0.08–3.36
QI	0.55 (0.41)	0.03–1.98	0.34 (0.18)	0.02–0.94	0.44 (0.32)	0.02–1.98

**Table 3.** Height and diameter after planting and after first growing period

**Tablica 3.** Visina i promjer nakon sadnje i nakon prvog razdoblja rasta

	BAREROOT SEEDLINGS SADNICE GOLOG KORIJENA		CONTAINER SEEDLINGS KONTEJNERSKE SADNICE		AVERAGE PROSJEČNA VRIJEDNOST	
	mean (SD)	min-max	mean (SD)	min-max	mean (SD)	min-max
H1	15.2 (5.59)	5.1–33.7	9.9 (2.85)	3.2–18.4	12.5 (5.1)	3.2–33.7
D1	2.9 (0.77)	1.4–4.5	2.4 (0.61)	1.5–3.9	2.75 (0.7)	1.4–4.5
H2	19.1 (7.54)	6.5–43.2	13.3 (4.88)	5.5–38.0	15.6 (7.0)	5.5–43.2
D2	4.0 (1.09)	2.2–8.5	3.4 (1.05)	1.6–6.8	3.70 (1.17)	1.6–8.5





**Figure 3.** Height (left) and diameter (right) increment of bareroot (blue) and container (red) seedlings during the first growing season after planting on the field

**Slika 3.** Visinski (lijevo) i debljinski (desno) prirast sadnica golog korena (plavo) i kontejnerskih sadnica (crveno) tijekom prve vegetacijske sezone nakon sadnje na terenu

### Survival and growth – Preživljavanje i rast

Six months after planting 88.07% container seedlings were viable, while 77.10% bareroot seedlings were viable. The container seedlings advantage was maintained after first growing season at the field (55.41% relatively to 41.41% for bareroot seedlings), but it was drastically lower with average value 47.60% for total (Figure 2).

After planting H1 and D1 were lower for container seedlings than bareroot seedlings and bareroot seedlings keep advantages after first growing period on the field (Table 3). Diameter growth increment was stronger than height growth increment for both seedlings types (Figure 3). Larger bareroot seedlings had stronger height growth, while container seedlings had stronger diameter growth.

## DISCUSSION RASPRAVA

### Seedlings morphological attributes – Morfološka svojstva sadnica

There are evident domination of h average value for bare-root seedlings which is in accordance with previously reported study for *Q.rubra* (Woolerey, Jacobs, 2011). Seedlings from this research were taller than *Q.pubescens* seedlings from Wellesten and Cianfaglione, (2014), reported for seedlings from different European provenances and larger than bareroot seedlings reported by Šušić et al., (2019). Bareroot seedlings from this study were comparable to other oak seedlings from the same or neighbor nurseries but with evident lower d in the same age in comparison to *Q.cerris* (Šušić et al., 2019), *Q.rubra* (Popović et al., 2015; Šušić et al., 2016), *Q.robur* (Popović et al., 2020) and *Q. petraea* (Ivetić et al., 2017) seedlings, while only *Q. frainetto* seedlings were weaker according both attributes (Šušić et

al., 2019). *Q.robur* (Popović et al., 2014; Roth et al., 2011; Orešković et al., 2006) and *Q.petraea* (Orešković et al., 2006) seedlings growth in same type of containers were larger, except *Q.robur* seedlings from the same nursery and container type few years ago (Devetaković et al., 2019).

Bareroot seedlings had higher SQ in comparison to container seedlings which is expected if take into consideration seedlings height which average value is double higher. Similar SQ values were noticed for one-year old deciduous bareroot seedlings in Serbian nurseries (Stjepanović, Ivetić, 2013; Ivetić et al., 2013; Popović et al., 2015), but SQ values for container seedlings were lower than values reported by Devetaković et al., (2019), for *Q.robur* container seedlings from same container type.

Dry seedlings mass were more than double at bareroot seedlings, but their relation ( $m_s$ ;  $m_r$ ) were similar and can be marked as positive because it suggest better root development in comparison to shoot development. Some higher values of root to shoot ration were recorded for two-year old *Q.pubescens* seedlings in bigger containers and in different water regimes (Fotelli et al., 2000). Dry root mass cannot clearly describe root quality (largest part of mass belong to larger roots), but on the other hand if take into consideration limiting space for root growth into container it can be expected that more fibrosis roots came from containers because central root have barrier to growth deeper. The study conducted on *Q.rubra* seedlings prove better root architecture and root fibrosity at container seedlings than bareroot seedlings (Wilson et al., 2007).

### Field success – Uspjeh sadnica na terenu

Average survival rate can be considered as unsatisfactory and below average range of deciduous seedlings survival on this area (Ivetić, 2015). Reason for low level of seedlings sur-

vival cannot be considered simply. The first year after field planting characterized by low precipitation level and higher average monthly temperature during main part of growing period in comparison to normal (June–September), so summer's drought was present to some degree regardless to observed local provenance. There is study which provides information about *Q. pubescens* seedlings sensitivity on drought regardless of the provenance (Wellstein, Cianfaglione, 2014), which confirms term that juvenile individuals might be especially sensitive to climatic extremes in contrast to older trees (Kreyling *et al.*, 2012). Weeding control provides less competitive conditions for seedlings and more water and light, but in this study it was not conducted. In Mediterranean conditions noticed low influence of shrub cover on *Q. pubescens* seedlings survival, while grass cover had strongly negative effect (Prévosto *et al.*, 2015). On the other hand, same study report high influence of competitive vegetation on seedlings height growth. One year old *Q. pubescens* seedlings with stronger H and D and mulching protected after planting in Mediterranean post fire shrub land survived more than 90% two-years after planting and growth was stronger in diameter than in height (Larchevêque *et al.*, 2008), but in lower rate than in this study. Seedlings morphological attributes at planting time don't necessarily correlate positively with field performance of hardwood seedlings (Jacobs, 2005), and it was confirmed in this study. Container seedlings survived better and showed similar growth intensity although morphological attributes were mostly weaker than bareroot seedlings which can be correlated with stocktype effect on field performance (Grossnickle, El-Kassaby, 2016). Large seedlings usually have larger competitive capacity and study on *Q. rubra* seedlings confirmed diameter influence (Morrissey *et al.*, 2010), but in our study initial diameter were similar for both stocktypes. Numerous reports emphasize importance of weeding control (Ezell *et al.*, 2002; Ezell *et al.*, 2007; Dey *et al.*, 2008) and more competitive seedlings (Wilson *et al.*, 2007; Morrissey *et al.*, 2010) for successful oak stands regeneration.

## CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

Seedlings morphological attributes at nursery stage did not show main influence on field success. Seedling stocktype was identified as principal predictor for survival and growth. Low survival level can be marked as a consequence of interaction between seedlings and environmental factors, including absence of weeding control and summer drought. There is a need for *Q. pubescens* seedlings improvement in nursery in order to be more competitive after field planting. Also, this study implicates earlier assertions for necessary weeding control in oak stands restoration and artificial regeneration in the aim success work.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The paper was supported by the project "Identification and monitoring of the gene pool of rare, vulnerable and endangered plant species in the area of the Košutnjak Forest Natural Monument." financed by Secretariat for Environmental Protection of Belgrade (2019–2021), also as supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia according the Agreement with registration number: 451-03-47/2023-01/200169.

## REFERENCES LITERATURA

- Banković, S., M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, B. Šljukić, S. Obradović, 2009: The growing stock of the Republic of Serbia: State and problems, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 100, 7–29.
- Bordács, S., P. Zhelev, B. Schirone, 2019: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of pubescent oak (*Quercus pubescens*), European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), European Forest Institute, 6 pages.
- Caudullo, G., E. Welk, J. San-Miguel-Ayanz, 2017: Chorological maps for the main European woody species, Data in Brief 12, 662–666.
- Cvjetičanin, R., J. Brujić, M. Perović, V. Stupar, 2016: Dendrologija (Dendrology). University of Belgrade – Faculty of Forestry, p. 557 (on Serbian).
- Dey, D. C., D. Jacobs, K. McNabb, G. Miller, V. Baldwin, G. Foster, 2008: Artificial regeneration of major oak (*Quercus*) species in the eastern United States—a review of the literature, *Forest Science*, 54(1), 77–106.
- Devetaković, J. R., M. Nonić, B. Prokić, M. Šijačić-Nikolić, V. Popović, 2019: Acorn size influence on the quality of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) one-year old seedlings, *Reforestia*, 8, 17–24.
- Dickson, A., A.L. Leaf, J. F. Hosner, 1960: Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings tock in nurseries, *ForestryChronicle*, 36, 10–13.
- Ezell, A. W., J. F. Yeiser, L. R. Nelson, 2007: Survival of planted oak seedlings is improved by herbaceous weed control, *Weed Technology*, 21(1), 175–178.
- Ezell, A. W., J. D. Hodges, 2002: Herbaceous weed control improves survival of planted Shumard oak seedlings. In: Gen. Tech. Rep. SRS–48, Asheville, NC: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. pp. 273–275.
- Fotelli, M. N., K. M. Radoglou, H. I. Constantinidou, 2000: Water stress responses of seedlings of four Mediterranean oak species, *Tree physiology*, 20(16), 1065–1075.
- Grossnickle, S. C., Y. A. El-Kassaby, 2016: Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison, *New Forests*, 47(1), 1–51.
- Gómez-Aparicio, L., R. Zamora, J. M. Gómez, J. A. Hódar, J. Castro, E. Baraza 2004: Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants, *Ecological applications*, 14(4), 1128–1138.
- Iverson, L. R., T. F. Hutchinson, A. M. Prasad, M. P. Peters, 2008: Thinning, fire, and oak regeneration across a heterogeneous

- landscape in the eastern US: 7-year results, *Forest ecology and management*, 255(7), 3035-3050.
- Ivetić, V., 2013: Praktikum iz Semenarstva, rasadničarstva i pošumljavanja. Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, p. 213 (on Serbian).
  - Ivetić, V., 2015: Reforestation in Serbia: success or failure?, In International Conference: Reforestation Challenges, Belgrade, Serbia, 3-6 June 2015, Proceedings (pp. 1-12). REFORESTA.
  - Ivetić, V., Z. Davorija, D. Vilović, 2013: Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 108, 39-50.
  - Ivetić, V., J. Devetaković, 2016: Reforestation challenges in South-east Europe facing climate change, *Reforesta*, 1, 178-220.
  - Ivetić, V., J. Devetaković, Z. Maksimović 2016: Initial Height and Diameter Are Equally Related to Survival and Growth of Hardwood Seedlings in First Year After Field Planting, *Reforesta*, 2, 6-21.
  - Ivetić, V., Z. Maksimović, I. Kerkez, J. Devetaković, 2017: Seedling Quality in Serbia – Results from a Three-Year Survey, *Reforesta*, 4, 27-53.
  - Jacobs, D. F., K. F. Salifu, J. R. Seifert, 2005: Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings, *New Forests*, 30(2), 235-251.
  - Kreyling, J., T. Bittner, A. Janschke, A. Jantsch, M. J. Steinbauer, D. Thiel, C. Bockheim, 2011: Assisted colonization: a question of focal units and recipient localities, *Restoration Ecology*, 19, 433-440.
  - Larchevêque, M., N. Montès, V. Baldy, C. Ballini, 2008: Can compost improve *Quercus pubescens* Willd establishment in a Mediterranean post-fire shrubland?, *Bioresource Technology*, 99(9), 3754-3764.
  - Löf, M., D. Rydberg, A. Bolte, 2006: Mounding site preparation for forest restoration: Survival and short term growth response in *Quercus robur* L. seedlings, *Forest Ecology and Management*, 232(1-3), 19-25.
  - McCreary, D., W. Tietje, J. Davy, R. Larsen, M. Doran, D. Flavell, S. Garcia, 2011: Tree shelters and weed control enhance growth and survival of natural blue oak seedlings, *California Agriculture*, 65(4), 192-196.
  - Morrissey, R. C., D. F. Jacobs, A. S. Davis, R. A. Rathfon, 2010: Survival and competitiveness of *Quercus rubra* regeneration associated with planting stocktype and harvest opening intensity, *New Forests*, 40(3), 273-287.
  - Orešković, Ž., A. Dokuš, M. Harapin, T. Jakovljević, R. Maradin, 2006: Growing of seedlings common oak (*Quercus robur* L.) and sessile-flowered oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in different types of containers, *Radovi*, 9, 75-86.
  - Padilla, F. M., F. I. Pugnaire, 2006: The role of nurse plants in the restoration of degraded environments, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(4), 196-202.
  - Prévosto, B., J. Gavinet, Y. Monnier, A. Corbani, C. Fernandez, 2015: Influence of neighbouring woody treatments on Mediterranean oak development in an experimental plantation: better form but weaker growth, *Forest Ecology and Management*, 362, 89-98.
  - Palacios, G., R. M. N. Cerrillo, A. del Campo, M. Toral, 2009: Site preparation, stock quality and planting date effect on early establishment of Holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings, *Ecological engineering*, 35(1), 38-46.
  - Pasta, S., D. de Rigo, G. Caudullo, 2016: *Quercus pubescens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: San-Miguel Ayanz J, de Rigo D, Caudullo G, Houston Durrant T, Mauri A (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. 156-157.
  - Popović, V., A. Lučić, Lj. Rakonjac, 2014: Effect of container type on growth and development of Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings in the nursery, *Sustainable Forestry: Collection*, (69-70), 33-39.
  - Popović, V., A. Lučić, Lj. Rakonjac, T. Ćirković-Mitrović, Lj. Brašanac-Bosanac, 2015: Influence of acorn size on morphological characteristics of one-year-old northern red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings, *Archives of Biological Sciences*, 67(4), 1357-1360.
  - Popović, V., A. Lučić, Lj. Rakonjac, J. I. Kerkez, 2020: Variability of morphometric characteristics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) acorn and one-year seedlings, *Šumarstvo*, 1-2, 1-11.
  - Prévosto, B., J. Gavinet, Y. Monnier, A. Corbani, C. Fernandez, 2016: Influence of neighbouring woody treatments on Mediterranean oak development in an experimental plantation: better form but weaker growth, *Forest Ecology and Management*, 362, 89-98.
  - Pulido, F. J., M. Díaz, 2005: Regeneration of a Mediterranean oak: A whole-cycle approach, *Ecoscience*, 12 (1), 92-102.
  - Roller, K. J. 1977: Suggested minimum standards for containerised seedlings in Nova Scotia. Department of Fisheries and Environment Canada, Canadian Forestry Service, Information Report MX 69: 1-18
  - Roth, V., S. Dekanić, T. Dubravec, 2011: Effect of acorn size on morphological development of one-year-old seedlings of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in differing light conditions, *Šumarski list*, 135(13), 159-167.
  - Rousset, O., J. Lepart, 1999: Shrub facilitation of *Quercus humilis* regeneration in succession on calcareous grasslands, *Journal of vegetation science*, 10(4), 493-502.
  - South, D. B. 2000: Challenges and predictions in artificial regeneration. In: Advances and Challenges in Forest Regeneration, Robin Rose & Diane L. Haase (eds.), June 1-2, 2000, Embassy Suites, Tigard, Oregon, 5-11p.
  - South, D. B., R. W. Rose, K. L. McNabb, 2001: Nursery and site preparation interaction research in the United States, *New Forests* 22, 43-58.
  - Stjepanović, S., V. Ivetić, 2013: Morphological indicators of the quality of one-year-old bare-root seedlings of wild cherry (*Prunus avium* L.), *Glasnik Šumarskog fakulteta*, (107), 205-215.
  - Tsakalimi, M., P. Ganatsas, D. F. Jacobs, 2012: Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology, *New Forests*, 44, 327-339.
  - Tsakalimi, M., T. Zagas, T. Tsitsoni, P. Ganatsas, 2005: Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types, *Plant Soil*, 278: 85-93.
  - Villar-Salvador, P., R. Planelles, E. Enríquez, J. Peñuelas-Rubira, 2004: Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L., *Forest Ecol Manag* 196: 257-266.

- Villar-Salvador, P., J. Puértolas, B. Cuesta, J. L. Peñuelas, M. Uscola, N. Heredia-Guerrero, J. M. Rey Benayas, 2012: Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in Mediterranean plantations. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival, *New Forests*, 43, 755-770.
- Wellstein, C., K. Cianfaglione, 2014: Impact of extreme drought and warming on survival and growth characteristics of different proveniences of juvenile *Quercus pubescens* Willd, *Folia Geobotanica*, 49(1), 31-47.
- Wilson, E. R., K. C. Vitols, A. Park, 2007: Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario, Canada, *New Forests*, 34(2), 163-176.
- Woolery, P. O., D. F. Jacobs, 2011: Photosynthetic assimilation and carbohydrate allocation of *Quercus rubra* seedlings in response to simulated herbivory, *Annals of Forest Science*, 68(3), 617-624.
- Šijačić-Nikolić M., D. Vilotić, V. Ivetić, J. Aleksić, J. Milovanović, M. Nonić, J. Devetaković, D. Jokanović, M. Perović, V. Popović, A. Lučić, I. Kerkez-Janković, V. Jankov, 2021: Identifikacija i monitoring genofonda retkih, ranjivih i ugroženih vrsta biljaka SP „Šuma Košutnjak” – studija. Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Sekretarijat za zaštitu životne sredine grada Beograda, Beograd. (on Serbian)
- Šušić, N., M. Bobinac, M. Šijačić-Nikolić, A. Bauer-Živković, J. Urošević, I. Kerkez Janković, 2019: Growth characteristics of one-year-old seedlings of three autochthonous oak species in suboptimal growing conditions, *Reforest*, 7, 24-32.
- Šušić, N., M. Bobinac, I. Kerkez, A. Bauer-Živković, N. Vojinović, 2016: Height growth characteristics of one-year-old northern red oak seedlings (*Quercus rubra* L.): In full light conditions, *Reforest*, 2, 32-38.

## SAŽETAK

*Quercus pubescens* ima relativno široku rasprostranjenost u Europi, ali dominantne šume su prilično česte u južnoj Europi, dok su ograničene na tople mikroklimatske uvjete u srednjoj Europi. Na rubu Panonskog bazena, *Q. pubescens* uglavnom se nalazi na rubu svog autohtonog areala, u izoliranim populacijama koje imaju važnu ulogu u ispitivanju adaptivnog potencijala, posebno imajući u vidu da se predviđa da će šumsko-stepska i submediteranska klima biti dominantna klima u nekim regijama srednje Europe u budućnosti. Postoji vrlo ograničeno znanje o uspostavljanju i obnovi šuma *Q. pubescens* u današnjoj kontinentalnoj klimi. Velik broj istraživanja o obnovi šuma s ovom vrstom rađen je na području Mediterana, u uvjetima potpuno drugačije klime u usporedbi s kontinentalnom klimom koja je danas karakteristična za središnje dijelove Balkana. Ovo istraživanje pruža informacije o učinku tehnologije proizvodnje na uspjeh sadnica nakon sadnje na terenu u vrlo konkurentnim uvjetima i u uvjetima kontinentalne klime (Beograd, Srbija), a nakon sadnje na prostoru koji je u blizini sastojine iz koje potiče sjeme iz kojeg su proizvedene sadnice. Iako su sadnice golog korijena bile veće visine u rasadniku, kontejnerske sadnice bolje su preživjele i rasle na terenu. Ovo istraživanje je potvrdilo da visina sadnica ne mora nužno imati pozitivan utjecaj na preživljavanje i rast sadnica nakon sadnje u uvjetima intenzivne konkurencije korova. Bolji rast i preživljavanje sadnica nakon sadnje na terenu u korist kontejnerskih sadnica potvrđuje da sadnice s obloženim korijenom lakše podnose presadnju. Općenito, niska stopa preživljavanja za obje vrste sadnica (prosječno preživljavanje 47.60 %; kontejnerske sadnice 55.41 %; sadnice golog korena 41.41 %) može se ocijeniti kao posljedica nekonkurentnih sadnica i nedostatka kontrole korovske vegetacije.



# PROIZVODNJA ŠUMSKOG SADNOG MATERIJALA BJELOGORICE U REPUBLICI HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 2017. DO 2021. GODINE

## PRODUCTION OF BROADLEAVES FOREST PLANTING MATERIAL IN THE REPUBLIC OF CROATIA FROM 2017 TO 2021

Martina ĐODAN<sup>1</sup>, Robert BOGDANIĆ<sup>2</sup>, Marija GRADEČKI-POŠTENJAK<sup>3</sup>, Sanja PERIĆ<sup>4</sup>

### SAŽETAK

Analiza kretanja rasadničke proizvodnje šumskog sadnog materijala doprinosi kvalitetnijem planiranju proizvodnog programa, kao i radova u uzgajanju šuma. Dostupnost sadnog materijala ključna je za mnoge dionike šumarskog sektora, kako u šumarskoj znanosti, tako i u šumarskoj praksi. Hrvatski šumarski institut tijekom stručnog nadzora rasadničke proizvodnje, stavljanja na tržište i/ili kakoće šumskog sadnog materijala sakuplja podatke o kretanju proizvodnje svih rasadnika u Republici Hrvatskoj. To je omogućilo statističku analizu proizvedenog šumskog sadnog materijala prema rasadnicima, vlasništvu i vrstama šumskog drveća u aktualnom petogodišnjem razdoblju. Cjelokupni pregledi i analize rasadničke proizvodnje tek su u manjoj mjeri dostupni posljednja tri desetljeća, a uočava se i nedostatak recentnih znanstvenih publikacija i aktivnije znanstveno-istraživačke djelatnosti. Ciljevi rada su: (I) dati pregled proizvodnje prema vrstama, vlasništvu te rasadniku; (II) utvrditi je li količinom i programom proizvodnja bjelogorice usklađena s rastućim potrebama u šumarskoj praksi i recentnim međunarodnim znanstvenim kretanjima; (III) dati opće preporuke za planiranje proizvodnog programa za bjelogorične vrste u Republici Hrvatskoj. Provedena analiza ukazuje na mali broj vrsta u proizvodnom programu (hrast kitnjak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), obična bukva (*Fagus sylvatica* L.), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)), što ukazuje na sve veće oslanjanje prirodne obnove šuma na rasadničku proizvodnju, dok je neznatan udio ostalih vrsta u proizvodnji (manje od 5 %). Udio voćkarica, alohtonih vrsta (pa čak i onih visoko produktivnih i otpornijih prema različitim ugrozama u usporedbi s domaćim vrstama) te pionirskih vrsta koje se koriste za rastuće potrebe biološke sanacije je nizak. Ističe se i važnost kvalitetnog šumskog sjemena kao preduvjeta za uspješnu rasadničku proizvodnju, kao i odabira optimalnih vrsta, provenijencija i karakteristika sadnog materijala. Potrebno je uskladiti proizvodni program s novim izazovima i ugrozama koji stoje pred šumarskim sektorom i šumama u Republici Hrvatskoj. Program treba uskladiti i s međunarodnim, znanstvenim i stručnim kretanjima i politikama Europske Unije, kao i bolje osigurati šumski sadni materijal za druge grane privrede. Karakter suvremenih šumskouzgojnih rješenja mora odražavati brzinu i učinkovitost provođenja zahvata, jer sve učestalije i intenzivnije prirodne nepogode imaju odlučujući utjecaj na uspjeh sadnje tj. potrebu ponavljanja ovoga skupog i zahtjevnog procesa. Iako su teško predvidive, ugroze su neminovne, pa je uz kvalitetan proizvodni program, kvalitetan višegodišnji proizvodni plan potrebni nego ikad. Plan je utoliko kvalitetniji što bolje prepoznaje trenutne i predstojeće obveze i međunarodna kretanja, recentne znanstvene spoznaje, višegodišnje potrebe praktičnog šumarstva i ostalih grana privrede, predviđanja predstojećih ugroza i pomaka areala vrsta te suvremenih rješenja prilagodbe šuma na predstojeće ugroze i izazove.

**KLJUČNE RIJEČI:** rasadnička proizvodnja, šumski sadni materijal, bjelogorica, proizvodni program

<sup>1</sup> Dr. sc., Zavod za uzgajanje šuma, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, martinat@sumins.hr

<sup>2</sup> Mag. ing. urb. silv., Zavod za ekologiju šuma, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, robertb@sumins.hr

<sup>3</sup> Dr. sc., Zavod za uzgajanje šuma, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, marijag@sumins.hr

<sup>4</sup> Dr. sc., Zajednička služba, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, sanjap@sumins.hr

## 1. UVOD INTRODUCTION

Analiza kretanja rasadničke proizvodnje (dalje u tekstu: proizvodnje) i pregled znanstvenih radova koji se bave proizvodnjom šumskog sadnog materijala (dalje u tekstu: sadnog materijala) doprinose kvalitetnijem planiranju radova u uzgajanju šuma, kao i proizvodnog programa. Dostupnost sadnog materijala ključna je za mnoge dionike šumarskog sektora, kako u šumarskoj znanosti, tako i u šumarskoj praksi. Problematika analize i planiranja proizvodnog programa prema vrstama i načinu uzgoja izuzetno je složena. Unatoč tomu, ostaje činjenica kako je pravovremeno proizveden i isporučen, kvalitetan sadni materijal temelj uzgajanja šuma, a time je planiranje proizvodnje nezaobilazno za mnoge radove u šumarstvu (Ocvirek i dr. 2002, Perić i dr. 2009, Đodan i dr. 2019a). Kada se stvori potreba za sanacijom, učinkovita, potrajna, ali brza rješenja moraju biti spremna. U protivnom će naponi i utrošena financijska sredstva biti uzaludni. Postojeće znanstvene spoznaje te potrebe u praksi ukazuju kako će ovakve intervencije biti sve potrebnije, a uvid u proizvodnju sadnog materijala te potreba kvalitetnog planiranja potrebniji su no ikada.

Ipak, cjelokupni pregledi i analize proizvodnje tek su u manjoj mjeri dostupni posljednje tri dekade (Orlić i Perić 2002, Perić i dr. 2009). Podjednako je mali i broj prikaza koji se bave pojedinim segmentima proizvodnje, koji su često tek djelomično dostupni široj stručnoj javnosti (Roth i dr. 2005, Perić i dr. 2008, 2013, 2014, Drvodelić i dr. 2020). Uočava se i nedostatak obuhvatnijih recentnih znanstvenih publikacija i aktivnije znanstveno-istraživačke djelatnosti u Republici Hrvatskoj (RH). Recentne znanstvene publikacije obuhvaćaju tek pojedine aspekte proizvodnje, koji se većinom temelje na ispitivanju sjemena (npr. Perić i Orlić 2000, Orlić i Perić 2004, Drvodelić i dr. 2013, 2016, 2018, 2019, Drvodelić i Oršanić 2016, 2019, Crnković i dr. 2017). Ovakva situacija ostavlja prazninu široj znanstvenoj i stručnoj javnosti o proizvodnom programu i procesu proizvodnje u RH.

Hrvatski šumarski institut (HŠI) službeno je tijelo koje obavlja i odgovorno je za obavljanje poslova kontrole proizvodnje, stavljanja na tržište i kakvoće šumskog reprodukcijanskog materijala (ŠRM) na području RH temeljem Zakona o šumskom reprodukcijanskom materijalu (NN 75/2009, 61/11 i 56/13, 14/14, 32/19, 98/19). Stručni nadzor nad rasadničkom proizvodnjom djelatnici HŠI, Zavoda za uzgajanje šuma, kontinuirano provode od početka nadzora (1992. g.). Ova stručna djelatnost važna je komponenta stručne aktivnosti HŠI-a (Vuletić 2015). Potvrdu za obavljanje nadzora izdalo je Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva RH (sadašnje Ministarstvo poljoprivrede, MP), rješenjem Klase:

UP/I-321-07/01-01/16; Ur.br. 525-3-01-2). Ugovore o pružanju usluga utvrđenih Zakonom o Šumskom reprodukcijanskom materijalu („Narodne novine“ br. NN 75/2009, 61/11 i 56/13, 14/14, 32/19, 98/19) HŠI i Hrvatske šume d.o.o. Zagreb (HŠ) sklapaju za svaku godinu.

U ovome dugom razdoblju djelatnici HŠI-a sakupili su temeljna saznanja o kretanjima proizvodnje sadnog materijala u RH što je omogućilo i provođenje statističke analize aktualnog petogodišnjeg razdoblja (2017–2021. g.) prema rasadnicima, vlasništvu i vrstama šumskog drveća. Zbog složenosti problematike proizvodnja sadnog materijala bjelogoričnih vrsta obrađuje se u zasebnom pregledu. Ciljevi rada su: (I) dati pregled proizvodnje prema vrstama, vlasništvu te rasadniku; (II) utvrditi je li količinom i programom proizvodnja bjelogorice usklađena s rastućim potrebama u šumarskoj praksi i recentnim međunarodnim znanstvenim kretanjima; (III) dati opće preporuke za planiranje proizvodnog programa za bjelogorične vrste u RH.

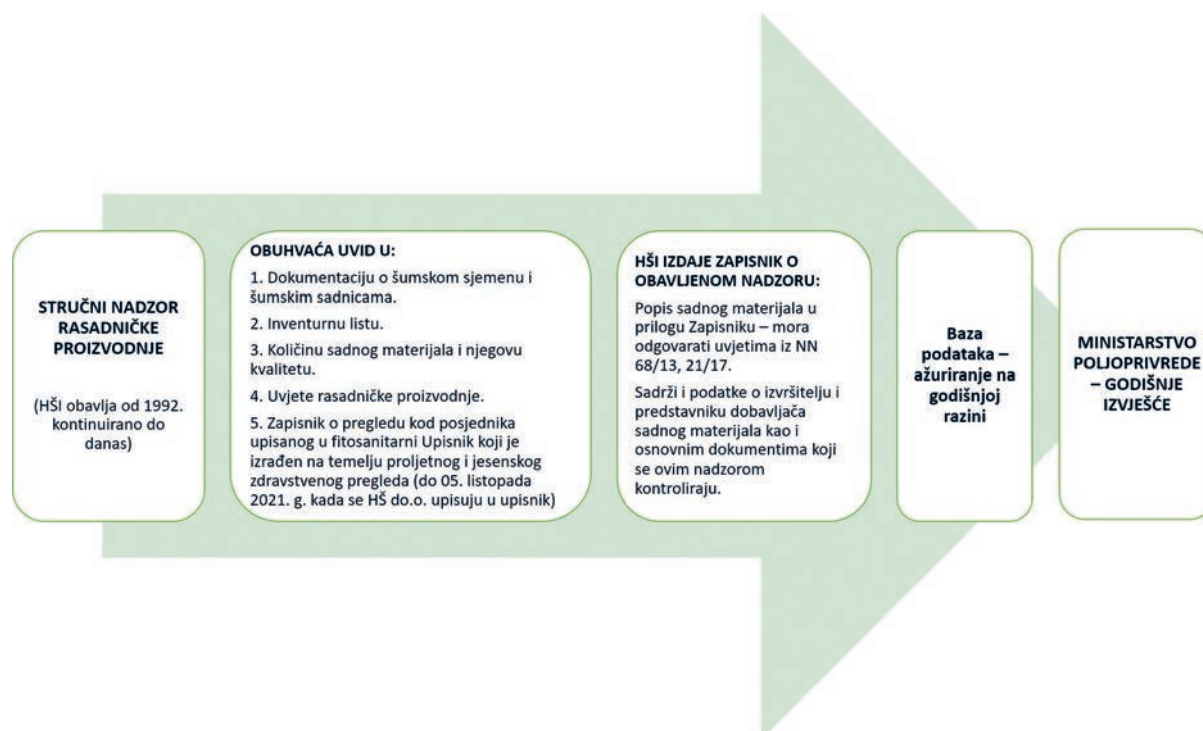
## 2. ANALIZA PROIZVODNJE SADNOG MATERIJALA BJELGORICE U REPUBLICI HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 2017. DO 2021. GODINE ANALYSIS OF PRODUCTION OF FOREST PLANTING MATERIAL IN THE REPUBLIC OF CROATIA IN THE PERIOD FROM 2017 UNTIL 2021

### 2.1. Prikupljanje podataka i statistička analiza – *Data collection and statistical analysis*

Podaci proizvodnje korišteni za analizu dio su elektroničke baze podataka HŠI-a koju u razdoblju od 2009. do 2011. g. uspostavljaju Đodan i Perić, a temeljem dokumentacije sakupljene od početka stručnog nadzora. Način provođenja stručnog nadzora prikazan je na Slici 1. Podaci se ažuriraju na godišnjoj bazi za potrebe redovnog izvješćivanja prema MP o količinama i kvaliteti proizvedenog sadnog materijala, kao i proizvodnom procesu u pojedinom rasadniku. Neke tvrdnje preuzete su iz godišnjih izvješća (Perić i dr. 2018, Đodan i dr. 2019c, 2020, 2021, 2022), a analiza podataka obuhvaća deskriptivnu statistiku.

### 2.2. Broj rasadnika i vlasništvo – *Number of nurseries and ownership*

Od početka stručnog nadzora u RH ukupno je registrirano 47 rasadnika s prijavljenom proizvodnjom bar u jednoj godini, od čega su zabilježena dva privatna rasadnika te rasadnik HŠI-a koji više nemaju aktivnu proizvodnju. U tome dugom razdoblju, preostali broj od 44 rasadnika bio je u vlasništvu HŠ, što ukazuje kako su HŠ nositelji proizvodnje sadnog materijala u RH. U promatranom petogodišnjem razdoblju došlo je do smanjenja broja rasadnika za polo-

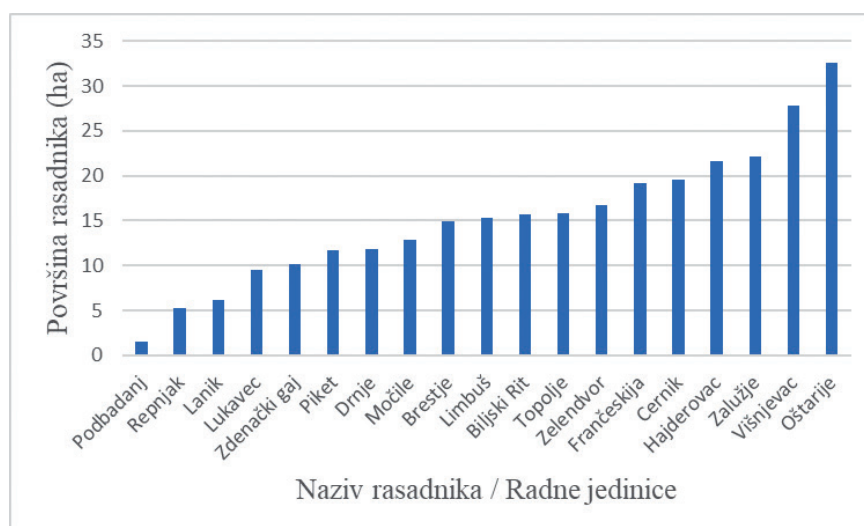


**Slika 1** Osnovne faze provođenja stručnog nadzora rasadničke proizvodnje  
**Figure 1** Basic steps in expert supervision of nursery production

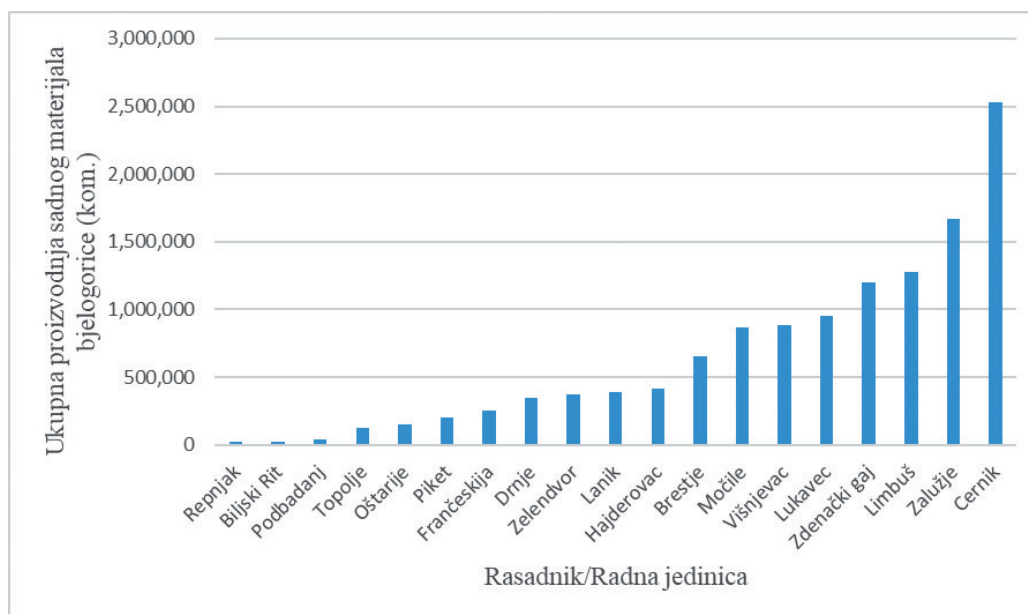
vinu (oko 20 rasadnika). Rasadnik Piket d.o.o. koji je bio ustrojen kao tvrtka kćer HŠ u 2019. g. pripojen je rasadnicima HŠ kao „Radna jedinica Rasadnik Piket“. Površinski najveći rasadnici u RH su Oštarije (32,6 ha) u kojem je glavina proizvodnog programa crnogorica, te Višnjevac (27,8 ha), Zalužje (22,2 ha) i Hajderovac (21,6 ha) u kojima se proizvodi isključivo bjelogorica (Slika 2). UŠP koje prednjače površinom rasadnika su Osijek (64,5 ha), Koprivnica (56,5 ha) i Ogulin (32,6 ha).

### 2.3. Analiza ukupne proizvodnje sadnog materijala bjelogorice – Analysis of total production of broadleaved forest planting material

U petogodišnjem razdoblju (2017 – 2021. g.) proizvedeno je od 12.373.091 kom. (2021. g.) do 21.654.920 kom. (2019. g.) sadnog materijala bjelogorice. Povećanje proizvodnje u navedenom razdoblju prisutno je u prve tri godine, dok se u zadnje dvije proizvodnja smanjuje. Sveukupno gledajući, proizvodnja sadnog materijala u promatranom razdoblju



**Slika 2** Prikaz veličine rasadnika (ha) s aktivnom proizvodnjom u RH  
**Figure 2** Overview of nursery size (ha) with active production in Croatia



**Slika 3.** Ukupna proizvodnja sadnog materijala bjelogorice (kom.) po rasadnicima u razdoblju od 2017. do 2021. g.

**Figure 3** Total production of broadleaves planting material (pcs.) per nursery in period 2017–2021

opada, a detaljan prikaz zastupljenosti pojedinih rasadnika u proizvodnji izdvaja rasadnike Cernik, Limbuš, Oštarije, Zdenački gaj i Višnjevac kao nositelje proizvodnje bjelogorice u RH (Slika 3).

Proizvodni program obuhvaća 21 vrstu, ali na četiri gospodarski najvažnije vrste (hrast lužnjak, hrast kitnjak, poljski

jasen i obična bukva) otpada gotovo cjelokupna proizvodnja, odnosno 95,2%. Na preostale vrste otpada manje od 5% proizvodnog programa. U Tablici 1 prikazan je cjelokupni proizvodni program u svim rasadnicima u RH na godišnjoj razini. Proizvodnja značajno varira, ali glavnina proizvodnog programa kontinuirano otpada na već navedene četiri vrste.

**Tablica 1** Ukupna proizvodnja sadnog materijala bjelogorice (kom.) po vrstama u razdoblju od 2017. do 2021. g.

**Table 1** Total production of broadleaves planting material (pcs.) per species in period 2017–2021

Vrsta Species	Godina / Year					Ukupno Total
	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	
Divlja jabuka	500	0	0	0	0	500
Divlja kruška	1600	0	0	0	400	2000
Oskoruša	0	0	0	3000	380	3380
Platana	0	0	1000	3800	1344	6144
Obični grab	23358	10000	10000	5317	0	48675
Pitomi kesten	1500	13700	22914	5054	13500	56668
Trešnja prunika	25253	14400	1495	6950	19350	67448
Crni jasen	0	0	13000	33250	28729	74979
Crni orah	32000	0	15000	18000	10000	75000
Javor gorski	1500	9540	57640	33050	4620	106350
Hrast crnika	31589	23268	25317	21133	17723	119030
Hrast cer	12608	14378	55576	41967	17369	141898
Bagrem obični	162491	14300	39132	38937	60448	315308
Vrbe	22821	43760	59530	83160	110371	319642
Hrast medunac	57969	84751	114658	176265	244390	678033
Crna joha	300000	400000	140000	100000	90000	1030000
Topole	203418	218475	230008	191061	188461	1031423
Bukva obična	2097408	941367	1377968	1611766	1476828	7505337
Hrast kitnjak	2345797	3200555	3204558	1623536	831456	11205902
Poljski jasen	1163091	2541354	4074743	2923497	1871475	12574160
Hrast lužnjak	8674120	9471053	12212381	12357286	7386247	50101087
<b>Ukupno / Total</b>	<b>15157023</b>	<b>17000901</b>	<b>21654920</b>	<b>19277029</b>	<b>12373091</b>	<b>85462964</b>



## 2.4. Analiza proizvodnje sadnica vrsta iz roda *Quercus* spp. – Analysis of production of oak forest seedlings

Ukupno je u promatranom razdoblju u RH proizvedeno 50.101.087 sadnica hrasta lužnjaka (Tablica 1). Hrast lužnjak sudjeluje s više od polovice proizvodnje sadnog materijala bjelogorice (od 55,7% u 2018. g. do 64,1% u 2020. g.). Proizvodnja sadnica hrasta lužnjaka pokazuje blagi uzlazni trend, za razliku od ukupne proizvodnje sadnica bjelogorice koja pada. Ukupno je u prethodnom petogodišnjem razdoblju u RH proizvedeno 11.205.902 sadnica hrasta kitnjaka (Tablica 1). Godišnji udio značajnije varira u odnosu na udio hrasta lužnjaka. Iako je u 2021. g. udio hrasta lužnjaka i kitnjaka za 6,1% manji od prethodne godine (66,4%), to još uvijek znači da se glavina proizvodnje bjelogorice u RH i nadalje odnosi uglavnom na ove dvije klimatogene vrste. Količina proizvedenih sadnica hrasta kitnjaka u promatranom razdoblju iznosila je od 831.456 sadnica (2021.) do 3.204.558 sadnica (2019.). U razdoblju od 2017. do 2021. ukupno je proizvedeno 62.245.950 sadnica roda *Quercus* spp., s time kako hrast lužnjak i hrast kitnjak čine 98,49% ukupne proizvodnje u prošlom petogodišnjem razdoblju. Udio ostalih vrsta hrastova – medunca (*Quercus pubescens* Willd.), cera (*Quercus cerris* L.) i crnike (*Quercus ilex* L.) iznosi 1,51%, odnosno 938.961 sadnica. Medunac čini 72% proizvodnje ostalih vrsta hrastova te ima uzlazni trend u petogodišnjem razdoblju, za razliku od cera i crnike.

## 2.5. Analiza proizvodnje sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) – Analysis of production of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) forest seedlings

Proizvodnja p. jasena kontinuirano raste u promatranom razdoblju (Slika 4), a 2021. g. pada (uslijed sušenja presađenih sadnica na terenu u širokim razmjerima, Hrvatske šume d.o.o. izbacuju poljski jaseu iz proizvodnog programa). Ukupno je u navedenom razdoblju u RH proizvedeno 12.574.160 sadnica ove vrste, a maksimum bilježimo u 2019. g. (4.074.743 kom.), što predstavlja 62% više od petogodišnjeg prosjeka. Iako je proizvodnja sadnica p. jasena, kao i ostalih vrsta, izravno utjecana plodonošenjem, ističemo kako je povećanje njegove proizvodnje, započeto tijekom 2015. g., u izravnoj vezi s problematikom sušenja ove vrste u RH. Naime, razmjeri problema s kojima se stručnjaci u praksi suočavaju rezultirali su naglom promjenom proizvodnog procesa u dijelu rasadnika. Ipak, proizvodnja nije dosegla maksimalnu vrijednost proizvodnje od početka stručnog nadzora u RH koju bilježimo u 1998. g. (6.483.546 kom.).

## 2.6. Analiza proizvodnje sadnica obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) – Analysis of production of European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest seedlings

Prema udjelu sadnica u ukupnoj proizvodnji bjelogorice tijekom 2021. g. obična bukva je treća najzastupljenija vrsta sa

11,9% udjela, što je za 3,5% više od prethodne godine. S iznimkom u 2017. i 2021. g., o. bukva je četvrta najzastupljenija vrsta u petogodišnjem razdoblju. Ukoliko promatramo ukupnu proizvodnju u razdoblju od 1992. g. do danas, ova vrsta zauzima četvrto mjesto u proizvodnji bjelogoričnih sadnica u RH. Sveukupno je u promatranom petogodišnjem razdoblju u RH proizvedeno 7.505.337 sadnica o. bukve (Tablica 1). Udio o. bukve u ukupnoj proizvodnji varira od 5,5% u 2018. g. do 13,8% u 2017. g. Količina proizvedenih sadnica o. bukve u promatranom petogodišnjem razdoblju iznosila je od 941.367 kom. u 2017. g. do 1.611.766 kom. u 2019. g. Najveće povećanje proizvodnje evidentirano je sa 2018. na 2019. g. (porast od 46,4%).

## 3. PROIZVODNJA ŠUMSKOG SADNOG MATERIJALA U REPUBLICI HRVATSKOJ U KONTEKSTU MJERA PRILAGODBE NA PREDSTOJEĆE UGROZE

### PRODUCTION OF FOREST SEEDLINGS IN THE REPUBLIC OF CROATIA IN THE FRAME OF ADAPTATION MEASURES TO FORTHCOMING THREATS

#### 3.1. Proizvodnja ŠRM-a u europskim zemljama s pregledom praksi i problematike obnove šumskih sastojina

Kvalitetni ŠRM često je ključni uvjet za uspješnu provedbu programa obnove šuma i staništa te stvaranje zdravih, funkcionalnih, održivih i otpornih ekosustava. Koristi koje šumski ekosustavi pružaju su višestruke; održiva dobrobit za ljude, stanište za divlje životinje i opravišače, sigurnost hrane i ishrane, sekvencijacija ugljika, vjetrozaštitni pojasevi, bioraznolikost, očuvanje gena i drugo (Haase i Davis, 2017). Pregledom dvadeset akcijskih mjera vezanih za očuvanje, obnovu i poboljšanje staništa prema Pariškom klimatskom sporazumu (2015) za zadržavanje porasta globalne temperature ispod 2 °C, obnova šuma je rangirana najviše prema potencijalu ublažavanja posljedica klimatskih promjena (Griscom i dr., 2017). Prema pojednostavljenim izračunima, potreba za sadnim materijalom za postizanje Bonnskog izazova (obnova 350 milijuna ha šuma do 2030. god.), uz uvjet njihove visoke stope preživljenja, iznosi 220 milijardi komada. Navedeni izračun predstavlja ogromnu količinu ŠRM-a za postizanje tog cilja. Iako će prirodna obnova i direktna sjetva značajno pridonijeti tom cilju, u navedenom kontekstu, potreba za visokokvalitetnim sadnim materijalom i dalje je visoka (Haase i Davis, 2017). Pitanje prirodne i umjetne obnove šuma usko je vezano za rasadničku proizvodnju ŠRM-a i u ostalim europskim zemljama te postizanju globalnih ciljeva. Tako u Sloveniji, prema Westergren i dr. (2017), opada proizvodnja sjemena i ŠRM-a iako se potreba za istim zbog prirodnih nepogoda i gradacije štetnih

potkornjaka povećava. Prema Treštić i dr. (2013), u Bosni i Hercegovini je u periodu od 2007. do 2011. g. proizvedeno od 4,4 do 9,8 milijuna sadnica godišnje, od čega je 97,7 % sadnica crnogoričnih vrsta. Godišnje se u navedenom periodu proizvodilo od 107 do 243 tisuće sadnica bjelogoričnih vrsta, a najveći udio zauzimaju obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) (34%), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) (20%) i hrast kitnjak (17%). U Srbiji sektor šumarstva Akcijskim planom predviđa povećanje šumskih površina s 29,1% (Banković i dr., 2009) na 35 %, a kvaliteta sadnog materijala ističe se kao jedan od najvećih izazova (Keča, 2016). U Srbiji je registrirano 55 šumskih rasadnika, a godišnja proizvodnja iznosi oko 12 milijuna sadnica, od čega je oko dvije trećine crnogoričnih, a jedna trećina bjelogoričnih vrsta u proizvodnji (Ivetić i Vilotić 2014). Većina proizvedenog sadnog materijala je golog korijena, a kontejnerske sadnice predstavljaju oko 20% udjela. Iako prirodna obnova dominira u gospodarenju šumama u Srbiji, neke sastojine nije moguće obnoviti bez sjetve sjemena ili sadnje sadnica (Ranković, 2009). S obzirom na činjenicu da se u Poljskoj 90% šumskih površina obnavlja umjetnim putem (Berft, 2011), javlja se potreba za razvijenim rasadnicima i proizvodnjom ŠRM-a koja će zadovoljiti potražnju. Ukupno je 2012. g. u Poljskoj proizvedeno 829 milijuna sadnica, od kojih je 8% kontejnerskih. Prema udjelu, sadnice bjelogorice predstavljaju 52,5%, a sadnice crnogorice 38,8%. Statistički podaci pokazuju kako su obična smreka (*Picea abies* Karst.) i obični bor (*Pinus sylvestris* L.) glavne gospodarske vrste u Finskoj, Švedskoj i Norveškoj, a broj isporučenih sadnica iznosi oko 600 milijuna godišnje (NordGen, 2021). Zamjetno je kako povećana proizvodnja ŠRM-a u Švedskoj korelira sa slabijim uspjehom prirodne obnove šumskih sastojina uslijed požara i suše, kao npr. 2018. god. U Finskoj, oko 45% šumskih površina obnavlja se sadnjom sadnica. Kontejnerska proizvodnja zauzima 86% udjela proizvodnje sadnica. Proizvodnja sadnica iznosi oko 150 milijuna godišnje, a obavlja se u 25 rasadnika na površini od 456,2 ha (Rikala, 2000). Prema podacima statističkog pregleda (Forestry research, 2022), na području Velike Britanije u posljednjih pet godina prodano je oko 319 milijuna sadnica sitkanske smreke (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i običnog bora. Broj prodanih sadnica kretao se od 59,2 milijuna (2016/2017) do 74,3 milijuna (2020/2021). Statistički pregled prodaje sadnog materijala u Francuskoj (Ministarstvo poljoprivrede i hrane, Republika Francuska, 2022), u razdoblju 2020 – 2021. god. bilježi oko 53 milijuna komada prodanog sadnog materijala. Među bjelogoričnim vrstama najzastupljeniji su hrast kitnjak (4.039.594 sadnica), klonovi topola (931.477 kom.) i obični bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) sa 817.227 sadnica. Sadni materijal bjelogoričnih vrsta proizveden u šumskim rasadnicima na više načina doprinosi održivom gospodarenju šuma, kroz ekonomske i društvene dobrobiti te aspekt očuvanja genetskih izvora autohtonih vrsta koje bi inače bile izgubljene (Colombo, 2004).

### 3.2. Proizvodnja šumskog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj u kontekstu mjera prilagodbe na predstojeće ugroze

Nacionalna strategija razvoja RH do 2030. g. prepoznaje prilagodbu na klimatske promjene kao aktivnost koja ima prepoznatljiv utjecaj na kvalitetu života današnjih i budućih generacija. Procjena rizika ugroženosti šuma ukazuje na kumulativno povećanje troškova kroz sve veća ulaganja u uzgojne radove i radove na zaštiti šuma (veće štete, skraćanje ophodnji, smanjenje financijske dobiti), a izostanak optimalnog razmjera dobnih razreda na razini gospodarske jedinice biti će sve teže održati (povećanje udjela nižih dobnih razreda). U RH, za razliku od velikog broja europskih zemalja, šume još uvijek imaju prirodnu strukturu (Ministarstvo poljoprivrede, 2016), a prepoznate su i kao mjesta značajne biološke raznolikosti (Europska agencija za okoliš (EEA), 2007). Kvalitetan sadni materijal temelj je šumskouzgojnih aktivnosti i održanja dobrog stanja i prirodosti naših šuma, poput aktivnosti: (I) umjetne obnove koja je neizostavna pomoć prirodnoj obnovi šuma, (II) pošumljavanja, (III) aktivnosti obnove šuma nakon šteta (npr. sanacija i obnova nakon požara, olujnih nevremena, potkornjaka, i sl.), (IV) povećanje vrijednosti i stabilnosti šuma; (npr. održanja i povećanja bioraznolikosti i OKFŠ-a) te (V) aktivnostima u ostalim sektorima, npr. prilikom podizanja energetske nasade, fitoremedijacije, revitalizacija kamenoloma, deponija i ostalih površina nastalih zahvatima čovjeka, aktivnostima u urbanom šumarstvu, itd. Brojni negativni utjecaji ugrožavaju europske (npr. Bolte i dr. 2009, Böttcher i dr. 2009), ali i hrvatske šumske ekosustave, pri čemu su njihov broj i intenzitet u stalnom porastu (Đodan i dr. 2019a). Otprilike 3,1 % (ili 3,8 milijuna hektara) europskih šuma je pod utjecajem negativnih biotskih ili abiotskih čimbenika (Forest Europe, 2015). Predviđeni eksponencijalni porast klimatskih promjena i ostalih ugroza neminovna je okolnost s kojom se šumarska praksa i znanost tek moraju suočiti (Lindner i dr. 2010), a iz kojih proizlazi i značajan dio postojećih problema. Promjene često nastupaju brzo i teško se mogu predvidjeti, a ovome pridodajemo i spontanu pojavu novih bolesti i štetnika, kao i invazivnih biljnih vrsta koje dodatno utječu na problematiku gospodarenja šuma kako u našoj zemlji, tako i u svijetu (Pach i dr. 2018, Đodan i dr. 2019a, Perić i dr. 2017). Rezultat navedenog su značajni biološki i financijski gubitci, pa suvremeno gospodarenje šumama poprima oblik „prilagođenog gospodarenja“, čija je sve važnija komponenta obnova šuma i šumskog krajolika nakon šteta (eng. FLR – *Forest Landscape Restoration*) (Stanturf i dr. 2015, Jacobs i dr. 2015).

Oštećene šume i obešumljena područja potrebno je sanirati, a degradirane šume te šume niske otpornosti prevesti u šumske sastojine koje većom otpornošću i plastičnošću donose veću dobrobit gospodarstvu i društvu (npr. Bravo-Ovi-

edo i dr. 2014, del Río i dr. 2016, 2018). Tako u novije vrijeme raste važnost sadnog materijala u obje temeljne komponente prilagodbe šuma (Spathelf i dr. 2018): (1) prilagođeno gospodarenje šumama u užem smislu (eng. *Adaptive forest management – AFM*) koje se provodi u postojećim šumama u smislu preventivnog djelovanja prema predstojećim ugrozama, (2) obnovi šumskih površina nakon šteta i degradacije staništa (eng. *Forest Landscape Restoration – FLR*). Ove aktivnosti obuhvaćaju i supstituciju postojećih šumskih sastojina vrstama/provenijencijama koje su otpornije na predviđene ugroze te mješovite sastojine (npr. del Río i dr. 2016 Pach i dr. 2018), potpomognutu migraciju gena, unos sadnog materijala povećane otpornosti na konkretnu ugrozu (npr. uzgoj otpornijih sadnica p. jasena na fitopatogenu gljivu *Chalara fraxinea* T. Kowalski). Sadni materijal odlučujući je i za unos i aktivno korištenje alohtonih vrsta, neke od kojih su se do sada u Europi i RH pokazale otpornijim i produktivnijim od nekih domaćih vrsta drveća (Đodan i dr. 2018, 2019b). Karakter suvremenih šumskouzgojnih rješenja mora odražavati brzinu i učinkovitost provođenja zahvata, jer sve učestalije i intenzivnije prirodne nepogode, imaju odlučujući utjecaj na uspjeh sadnje tj. potrebu ponavljanja ovoga skupog i zahtjevnog procesa.

Provedena analiza ukazuje na visok udio sadnog materijala bjelogorice u ukupnoj proizvodnji, kao i visok udio klimetogenih vrsta (hrast kitnjak, hrast lužnjak, obična bukva) što ukazuje na sve veće oslanjanje prirodne obnove šuma na rasadničku proizvodnju. Naglo povećanje proizvodnje poljskog jasena ukazuje na pokušaj brzog rješavanja odumiranja ove vrste u našim šumama, ali koji je jednako tako rezultirao i brzom obustavom proizvodnje ove vrste. To potvrđuje razmjere izazova s kojima se šumarska praksa i znanost danas mora suočavati, a za što nije moguće iznaći brza i lagana rješenja. Prevlad potpomognute obnove šuma ukazuje i na promjenu načina održavanja potrajnog gospodarenja šumama. Prilikom tumačenja količina i kretanja proizvodnje treba uzeti u obzir činjenicu kako je analiza temeljena na ukupnim vrijednostima, koje uključuju sve starosti sadnoga materijala. Tijekom stručnog nadzora nije moguće utvrditi količinu materijala koja ostaje u proizvodnji, pa ukoliko se želi analizirati priljev proizvodnje na godišnjoj razini potrebno je provesti analizu prema starostima sadnog materijala.

Osim navedenih vrsta, neznatan je udio ostalih sedamnaest vrsta u proizvodnji (manje od 5%). Od svih je najmanji udio šumskih voćkarica (0,2%) te se može zaključiti kako rasadnička proizvodnja u promatranih pet godina ne potpomaže u dostatnoj mjeri povećanju i očuvanju bioraznolikosti naših šuma. S obzirom na aktualne strategije EU (npr. Europska komisija 2019, 2020) preporučuje se povećati udio rijetkih vrsta drveća i šumskih voćkarica u proizvodnom programu. Od alohtonih vrsta u proizvodnom programu uzgaja se bagrem, crni orah i platana i to s izrazito niskim udjelom (0,46%). Niska proizvodnja je ograni-

čena površinama gdje se ovakve vrste unose, a koje su male i sporadične (npr. crni orah samo u 2 UŠP u RH). Proizvodni potencijal alohtonih vrsta drveća u RH nije niti prepoznat niti iskorišten, kako u okvirima proizvodnje drveta tako i prilagodbe šuma na predstojeće ugroze (Đodan i dr. 2018). U europskim razmjerima niz alohtonih vrsta prepoznat je kao produktivne vrste dobre otpornosti (npr. Nicolescu i dr. 2020, Redei i dr. 2020), a rezultati znanstvenih istraživanja to potkrjepljuju i za RH (Đodan i dr. 2018). Ističemo važnost odabira optimalne provenijencije za uključenje u proizvodni program, ali i usklađenje nacionalnog zakonodavstva (Pötzelsberger i dr. 2020). Nadalje, važnost pionirskih i prijelaznih vrsta je velika za pošumljavanje neobraslog šumskog zemljišta te sanaciju degradiranih šumskih staništa. Pretpostavlja se povećanje potreba za sadnim materijalom ovih vrsta (npr. štete od potkornjaka na borovima u priobalnom području). Ipak, njihov udio u proizvodnji također je manji od očekivanog, a često se tijekom biološke sanacije odabiru klimatogene vrste dostupnog sadnog materijala koje za ovakve površine nisu prikladne.

U svom radu Orešković i Roth (1988) ukazuju na potrebu dugoročnog planiranja proizvodnje, što niti danas nije u potpunosti ostvareno. Osim analize, značajan uvid u tijek proizvodnog procesa dobiven je pregledom cjelokupnog proizvodnog programa i procesa, koji i nadalje ukazuju na raskorak sa stvarnim potrebama na terenu kao i europskim i svjetskim znanstvenim i stručnim kretanjima. Štoviše, iako su teško predvidive, ugroze su neminovne, pa je dobro razrađen proizvodni plan potrebniji nego ikad. Plan je utoliko kvalitetniji što obuhvaća bolji uvid u karakteristike područja predviđenog za isporuku sadnoga materijala. Npr., planom se treba obuhvatiti postojeće i predstojeće ugroze područja (učestalost i intenzitet), predviđanja pomaka areala vrsta (Fady i dr. 2016), odabir vrsta i provenijencija povećane otpornosti na predviđene ugroze (npr. Perić i dr. 2013 a,b), moguće smjese vrsta kako bi se povećala produktivnost/plastičnost šumskih sastojina, recentne međunarodne obveze i kretanja (npr. povećanje bioraznolikosti šumskih vrsta, OKFŠ-a – FAO 2022), iskorištenje onih introduciranih vrsta za koje je potvrđena visoka produktivnost i otpornost (npr. Đodan i dr. 2018), potpomognuta migracija gena (povećanje genske raznolikosti ili promjena genskog bazena u smjeru promjerna) (npr. Dumroese i dr. 2015a, 2015b), proizvodnju specifičnih drvnih i ne drvnih proizvoda (npr. *Thuja plicata* Donn ex D. Don, *Pinus pinea* L., i sl.). Osim činjenice da je brojne šumskouzgojne zahvate i intervencije nemoguće provesti bez pravovremeno proizvedenog sadnog materijala, kvalitetnim planiranjem dobiva se kvalitetan i zahtjevima staništa prilagođeni materijal u pogledu optimalnih dimenzija, starosti, dobro formiranog korijena, optimalnih vrsta/provenijencija, po potrebi i genetskog materijala otpornog na specifičnu biotsku/abiotsku ugrozu. Planiranjem se sprečavaju i nepotrebni financijski gubici te održava postignuta kvaliteta (sadni materijal ne



smije ostati u rasadniku dulje no što je to biološki nužno, osobito ukoliko nisu optimizirani uvjeti za proizvodnju starijeg sadnog materijala). Ističemo i presudnu važnost kvalitetnog šumskog sjemena, koje je preduvjet za uspješnu rasadničku proizvodnju te se preporučuje uskladiti proizvodni program i plan sa metodama prikupljanja, skladištenja i dobave šumskog sjemena potrebnih šumskih vrsta drveća. Ističemo važnost očuvanja genofonda kao i mogućnosti kvalitetnog dugoročnog skladištenja sjemena, što je preduvjet proizvodnje u vremenima rjeđih i slabijih uroda.

Nedostaje i sadni materijal bjelogoričnih vrsta drveća za potrebe ostalih grana privrede (npr. sanacije kamenoloma, deponija, smetlišta, ozelenjavanje trasa uz autoceste, napušteni elektroviđovi, fitoremedijacija, itd.). Na nacionalnoj razini potrebno je planirati i uskladiti proizvodni program kako bi se umanjio prostor za rast i razvoj uvoza te pojavu sadnog materijala nepoznatog porijekla. S obzirom na potencijal proizvodnje različitih vrsta sadnog materijala koje su proizvedene od sjemena sakupljenog u nadziranim šumskim sjemenskim objektima različitih kategorija, naglašavamo i kako je mogućnost povećanja proizvodnje za potrebe europskih zemalja sve izglednija te predlažemo bolje iskorištenje izvoznog potencijala.

S obzirom na recentno povećanje važnosti šumskog sadnog materijala te relativno mali broj znanstvenih radova, zaključujemo kako je u RH potrebno intenzivirati i znanstvenoistraživačke aktivnosti s područja rasadničke proizvodnje bjelogoričnih vrsta.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo svim djelatnicima Hrvatskog šumarskog instituta koji su od 1992. g. sudjelovali na prikupljanju podataka Stručnog nadzora rasadničke proizvodnje.

## 4. LITERATURA REFERENCES

- Bolte, A., C. Ammer, M. Löf, P. Madsen, G.-J. Nabuurs, P. Schall, P. Spathelf, J. Rock, 2009: Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scand. J. For. Res.*, 24 (6): 473–482.
- Böttcher, H., I. Barbeito, C. Reyer, T. Vilen, M. Tijardović, E. Rafailova, N. Aleksandrov, 2009: Role of Forest Management in Fighting Climate Change – Forest Management Work Group Report. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 135: 39–54.
- Bravo-Oviedo, A., H. Pretzsch, C. Ammer, E. Andenmatten, A. Barbati, S. Barreiro, P. Brang, F. Bravo, L. Coll, P. Corona, J. den Ouden, M. J. Ducey, D. I. Forrester, M. Giertz, J. B. Jacobsen, J. Lesinski, M. Löf, B. Mason, B. Matovic, M. Metslaid, F. Morneau, J. Motiejunaite, C. O'Reilly, M. Pach, Q. Ponette, M. del Rio, I. Short, J. P. Skovsgaard, M. Soliño, P. Spathelf, H. Sterba, D. Stojanović, K. Strelcova, M. Svoboda, K. Verheyen, V. von Lüpke, T. Zlatanov, 2014: European Mixed Forests: Definition and Research Perspectives. *For. Syst.*, 23: 518–533.
- Bravo-Oviedo, A., H. Pretzsch, M. del Río, Miren (ur.), 2018: Dynamics, Silviculture and Management of Mixed Forests. Springer International Publishing, 420 str., Švicarska.
- Colombo, S.J. How to improve the quality of broadleaved seedlings produced in tree nurseries.
- In Proceedings of the Conference, Nursery Production and Stand Establishment of Broad-Leaves to Promote Sustainable Forest Management, Rome, Italy, 7–10 May 2001; Ciccarese, L., Lucci, S., Mattsson, A., Eds.; Italian Republic, Agency for the Protection of the Environment and for Technical Services: Rome, Italy, 2004; pp. 41–53.
- Crnković, S., D. Drvodelić, S. Perić, 2017: Morfološke značajke kontejnerskih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenske regije gornja Posavina i Pokuplje (1.2.3.). *Šumar. list*, 9–10: 451–458.
- Del Río, M., H. Pretzsch, I. Alberdi, K. Bielak, F. Bravo, A. Brunner, S. Condés, M. J. Ducey, T. Fonseca, N. von Lüpke, M. Pach, S. Perić, T. Perot, Z. Souidi, P. Spathelf, H. Sterba, M. Tijardović, M. Tomé, P. Vallet, A. Bravo-Oviedo, 2016: Characterization of the structure, dynamics, and productivity of mixed-species stands: Review and perspectives. *Eur. J. For. Res.*, 135 (1): 23–49.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, S. Perić, M. Tijardović, 2013: Influence of irrigation and micro relief in nurseries on morphological characteristics of Pedunculate (*Quercus robur* L.) and Sessile Oak (*Quercus petraea* L.) forest seedlings. *Šumar. list*, 9–10 (CXXXVII): 447–459.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Šumar. list*, 11–12: 539–547.
- Drvodelić, D., D. Ugarković, M. Oršanić, V. Paulić, 2016: The Impact of Drought, Normal Watering and Substrate Saturation on the Morphological and Physiological Condition of Container Seedlings of Narrow-Leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *SEEFOR*, 7 (2): 135–142.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, M. Vuković, M. A. Jatoi, T. Jemrić, 2018: Correlation of Fruit Size on Physio-Morphological Properties and Germination Rate of Seeds of Service Tree (*Sorbus domestica* L.). *SEEFOR*, 9 (1): 47–54.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2019a: Izbor kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) za umjetnu obnovu i pošumljavanje. *Šumar. list*, 11–12: 577–585.
- Drvodelić, D., I. Poljak, I. Perković, M. Šango, K. Tumpa, I. Zegnal, M. Idžojić, 2019b: Ispitivanje laboratorijske klijavosti pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA. *Šumar. list*, 9–10: 469–477.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, M. Grahovac-Tremeski, 2020: Rasadnička proizvodnja šumskih voćkarica u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o. *Šumar. list*, 11–12: 597–606.
- Dumroese R. K., M. I. Williams, J. A. Stanturf, J. B. St. Clair, 2015a: Considerations for restoring temperate forests of tomorrow: forest restoration, assisted migration, and bioengineering. *New Forests*, 46: 947–964.
- Dumroese R. K., B. J. Palik, J. A. Stanturf, 2015b: Forest Restoration Is Forward Thinking. *J. For.* 113(4): 430–432.
- Đodan, M., R. Brus, A.-M. Eisold, V.-N. Nicolescu, M. Oršanić, K. Pratasiene, S. Perić, 2018: Non-native tree species in the viewpoint of climate change: Chances and opportunities – Croatia as a case study. *Šumar. list*, 2018, 7-8: 391–402.
- Đodan, M., I. Pilaš, J. Medak, S. Perić, 2019a: Novi šumskouzgojni izazovi u Republici Hrvatskoj – proizvodnja šumskih sadnica kao temelj adaptacijskog gospodarenja. U Knjizi sažetaka Klimatske promjene i novi izazovi u proizvodnji kvalitetnog i staništu prilagođenog šumskog reproduksijskog materijala. Ivanković, M. (ur.), Jastrebarsko: Denona, str. 44–45.



- Đodan, M., T. Dubravac, S. Perić, 2019b: Which Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Provenances Provide the Best Productivity in the Hilly Area of Croatia? SEEFOR, 10 (1): 9–17.
- Đodan M., T. Dubravac, S. Perić, 2019c: Izvješće o obvezatnom stručnom nadzoru proizvodnje šumskog reprodukcijškog materijala u RH za 2018. godinu. Hrvatski šumarski institut, 50 str.
- Đodan M., T. Dubravac, S. Perić, 2020: Izvješće o obvezatnom stručnom nadzoru proizvodnje šumskog reprodukcijškog materijala u RH za 2019. godinu. Hrvatski šumarski institut, 50 str.
- Đodan M., T. Dubravac, S. Perić, 2021: Izvješće o obvezatnom stručnom nadzoru proizvodnje šumskog reprodukcijškog materijala u RH za 2020. godinu. Hrvatski šumarski institut, 54 str.
- Đodan M., T. Dubravac, S. Perić, 2022: Izvješće o obvezatnom stručnom nadzoru proizvodnje šumskog reprodukcijškog materijala u RH za 2021. godinu. Hrvatski šumarski institut, str. 55.
- Europska agencija za okoliš (EEA), 2007: European forest types – Categories and types for sustainable Forest management reporting and policy. EEA Technical report No 9/2006, str. 114.
- Europska Komisija (2019): Komunikacija Komisije Europskom Parlamentu, Europskom Vijeću, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija. Europski zeleni plan: 4-17.
- Europska Komisija (2020): Komunikacija Komisije Europskom Parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija. Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030. Vraćanje prirode u naše živote: 1–22.
- Fady B., F. A. Aravanopoulos, P. Alizoti, C. Matyas, G. von Wühlisch, M. Westergren, P. Belletti, B. Cvjetković, F. Ducci, G. Huber, C. T. Kelleher, A. Khaldi, D. Bou, M. Kharrat, H. Kraigher, K. Kramer, U. Mühlethaler, S. Perić, A. Perry, M. Rousi, H. Sbay, S. Stojnic, M. Tijardović, I. Tsvetkov, M. C. Varela, G. G. Vendramin, T. Zlatanov, 2016: Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *For. Ecol. Manag.* 375: 66–75.
- FAO, 2022: The State of the World's Forests: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9360en>
- Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbati, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, S. Delzon, P. Corona, M. Kolstroma, M. J. Lexer, M. Marchetti, 2010: Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.* 259: 698–709.
- FAO, 2022: The State of the World's Forests: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9360en>
- Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbati, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, S. Delzon, P. Corona, M. Kolstroma, M. J. Lexer, M. Marchetti, 2010: Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.* 259: 698–709.
- Forest Europe, 2015. State of Europe's Forests 2015. <http://forest-europe.org/stateeuropes-forests-2015-report/>
- Forestry research <https://cdn.forestryresearch.gov.uk/2022/02/NS-statsnotice-29sep22.pdf>
- Griscom B. W., Adams J., Ellis P. W., Houghton R. A., Lomax G., Miteva D. A., Schlesinger W. H., Shoch D., Siikamäki J. V., Smith P., Woodbury P., Zganjar C., Blackman A., Campari J., Conant R. T., Delgado C., Elias P., Gopalakrishna T., Hamsik M. R., Herrero M., Kiesecker J., Landis E., Laestadius L., Leavitt S. M., Minnemeyer S., Polasky S., Potapov P., Putz F. E., Sanderman J., Silvius M., Wollenberg E., Fargione J. (2017) Natural climate solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 114(44): 11645–11650.
- Haase D. L., Davis A. S. (2017) Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Restor. Ecol.* 4: 69–93.
- Jacobs, D., J. A. Olet, J. Aronson, A. Bolte, J. M. Bullock, P. J. Donoso, S. M. Landhausser, P. Madsen, S. Peng, J. M. Rey-Benayas, J. C. Weber, 2015: Restoring forests: What constitutes success in the twenty-first century? *New For.* 46: 601–614.
- Ministarstvo poljoprivrede, 2016: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2016–2025. Ministarstvo poljoprivrede, "Hrvatske šume" d.o.o., Zagreb.
- Ministarstvo poljoprivrede i hrane, Republika Francuska. <https://agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers>
- Nicolescu, N. V., K. Redei, T. Vor, J.-C. Bastien, R. Brus, T. Bencat, M. Đodan, B. Cvjetković, S. Andrasev, N. La Porta, et al., 2020: A review of black walnut (*Juglans nigra* L.) ecology and management in Europe. *Trees – Struct. Funct.* (2020): 1–26.
- NordGen (2021) Statistics: Forest Seeds and Plants in the Nordic Region
- Ocvirek, M., S. Orlić, S. Perić, 2002: Utjecaj različitih načina uzgoja sadnica obične smreke (*Picea abies* Karst.) na njihov rast. *Radovi (Hrvat. šumar. inst.)*, 37 (1): 5–18.
- Orešković, Ž., V. Roth, 1988: Rasadnička proizvodnja Šumarskog instituta, Jastrebarsko. *Radovi (Šumar. inst. Jastrebar.)*, 75: 249–254.
- Orlić, S., S. Perić, 2002: Proizvodnja šumskih sadnica u Hrvatskoj 1997.–2001. godine *Radovi (Šumar. inst. Jastrebar.)*, 37 (2): 211–223.
- Orlić, S., S. Perić, 2004: Prilog poznavanju utjecaja različitih načina uzgoja sadnica običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) na njihov rast u terenskom pokusu. *Šumar. list* 128 (1–2): 13–19.
- Pach, M., D. Sansone, Q. Ponette, S. Barreiro, B. Mason, A. Bravo-Oviedo, M. Löf, F. Bravo, H. Pretzsch, J. Lesiński, et al., 2018: Silviculture of Mixed Forests: A European Overview of Current Practices and Challenges. U: Dynamics, Silviculture and Management of Mixed Forests, A. Bravo-Oviedo, H. Pretzsch, M. del Río (ur.). Switzerland: Springer International Publishing, str. 185–253.
- Paris Agreement (2015). Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev1. UNFCCC.
- Perić, S., T. Dubravac, M. Đodan, 2018: Izvješće o obvezatnom stručnom nadzoru proizvodnje šumskog sadnog materijala u RH za 2017. godinu. Hrvatski šumarski institut, 38 str.
- Perić, S., Orlić, S., 2000: Utjecaj krupnoće sjemena crnog, alepskog i primorskog bora te pinije na preživljavanje i razvoj biljaka u rasadniku. *Radovi (Hrvat. šumar. inst.)*, 35 (2): 27–39.
- Perić, S., M. Tijardović, J. Medak, I. Pilaš, B. Vrbek, 2008: Production of forest reproductive material in Croatia. „Forestry in achieving millennium goals”, Novi Sad, Book of abstracts, str. 86.
- Perić, S., M. Tijardović, M. Oršanić, J. Margaletić, 2009: Rasadnička proizvodnja i važnost šumskoga reprodukcijškog materijala u RH. *Radovi (Hrvat. šumar. inst.)*, 44 (1): 17–27.
- Perić S., M. Tijardović, T. Dubravac, 2013a: Osvrt na prošlost te pogled na budućnost rasadničke proizvodnje šumskog reprodukcijškog materijala u Hrvatskoj. *Book of Proceedings – The 2<sup>nd</sup> International Symposium „Vera Johanides“ – Biotechnology in Croatia by 2020.*, Zagreb, 10–11. svibnja 2013.
- Perić S., M. Tijardović, M. Županić, 2013: Šumski reprodukcijški materijal kao osnova stabilnosti i adaptabilnosti šumskih kultura. *Zbornik radova sa znanstvenog skupa: Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske, Osijek*, 14.–15. lipnja 2013, 295–311.
- Perić S., M. Tijardović, T. Dubravac, 2014: Production of forest reproductive material in Croatia. *International Scientific & Expert Conference: Natural resources, green technologies and sustainable development.* 26.–28. 11. 2014., Zagreb, Hrvatska.

- Perić, S., M. Idžojtić, D. Kajba, D. Diminić, I. Poljak, M. Tijardović, 2017: Croatia – NNEXT Country report – Non-Native Tree Species for European Forests: Experiences, Risks and Opportunities – COST Action FP1403 NNEXT Country Reports (Joint volume, 3<sup>rd</sup> Edition). Ur.: Hasenauer, H., A. Gazda, M. Konnert, K. Lapin, G. M. J. Mohren, H. Spiecker, M. van Loo, E. Potzelsberger. Beč, Austrija: Institute of Silviculture, University of Natural Resources and Life Sciences, str. 64–72.
- Pötzelsberger, E., K. Lapin, G. Brundu, A. Giuseppe, A. Tim, V. Andonovski, S. Andrašev, J.-C. Bastien, R. Brus, M. Čurović, Ž. Čurović, M. Đodan, S. Perić, et al., 2020: Mapping the patchy legislative landscape of non-native tree species in Europe. *Forestry*, 93 (4): 567–586.
- Redei, K., V.-N. Nicolescu, T. Vor, E. Potzelsberger, J.-C. Bastien, R. Brus, T. Bencat, M. Đodan, B. Cvjetković, S. Andrašev, et al., 2020: Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native tree species integrated in European forests and landscapes: An overview. *J. For. Res.* 31 (4): 1–21.
- Roth V., T. Dubravac, I. Pilaš, M. Ocvirek, 2005: Prilog poznavanju rasadničke proizvodnje obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Radovi (Šumar. inst. Jastreba.), Vol. 40 No. 2, 2005.
- Spathelf, P., J. Stanturf, M. Kleine, R. Jandl, D. Chiatante, A. Bolte, 2018: Adaptive measures: integrating adaptive forest management and forest landscape restoration. *Ann. For. Sci.* 75: 55.
- Stanturf J. A., P. A. Kant, P. B. Lilleso, S. Mansourian, M. Kleine, L. Graudal, P. Madsen, 2015: Forest Landscape Restoration as a Key Component of Climate Change Mitigation and Adaptation. Vienna: IUFRO World Series, 34: 72.
- Vuletić D. (eds.), 2015: Monografija Hrvatskoga šumarskog instituta (1945-2015.), Zagreb: Denona, 2015 (monografija). (Dostupno na: <https://www.bib.irb.hr/829323>)

## SUMMARY

Analysis of nursery production contributes to better planning of production and silvicultural activities. Availability of planting material is crucial for many actors in forestry science and practice. According to Law on forest reproductive material Croatian Forest Research Institute conducts expert supervision and collects data on production programme and process for every nursery in Croatia (Figure 1). This enabled statistical analysis of total amounts of planting material production per nursery, ownership and tree species in recent five-year period. Comprehensive overviews and analysis of nursery production are limited for the last three decades, while there is also a lack of recent scientific publications and activities dealing with nursery production issues in Croatia. Aims of this paper are: (I) to give a production overview according to tree species, ownership and nursery, (II) to determine if amount and production programme is harmonised with growing needs of practical forestry and recent international scientific knowledge, (III) to give general guidelines for planning of production programmes for broadleaves in Croatia. Nursery production data used for production analysis is part of electronic database, which was established (based on expert supervision documentation) in period 2009-2011 by Đodan and Perić. Croatian Forests Ltd. are single producer of forest planting material in Croatia. Figure 2 gives overview of the size of nurseries in Croatia. Production of broadleaves planting material in respected period drops, while more detailed insight of production per nursery points to Cernik, Limbuš, Oštarije, Zdenački gaj and Višnjevac as the biggest producer in Croatia (Figure 3). Total broadleaves production in five year period spans from 12.373.091 pcs. (2021) to 21.654.920 pcs. (2019) (Table 1), with slight drop. Total production of *Quercus* spp. in respected period amounts to 62.245.950 pcs., while pedunculate and sessile oak participate in total oak production with 98,49% share. Other oaks in production are *Quercus pubescens* Willd., *Quercus cerris* L. and *Quercus ilex* L. In the same period total of 12.574.160 of Narrowed leaved ash was produced, with continuous annual increase. In 2021, due to significant dieback of transplanted ash seedlings (during restoration activities) Croatian Forests Ltd. limit and then stop ash production. Share of European beech varies (from 5,5% in 2018 to 13,8% in 2017) and with its total production of 7.505.337 seedlings takes forth place in broadleaves production. Conducted analysis showed predominance of small number of tree species in production (pedunculate oak, sessile oak, common beech and narrow-leaved ash), which points to the conclusion that natural regeneration is strongly dependant on nursery production. Only small share (less than 5%) of other tree species is represented in production. Share of forest fruits, non native tree species (even highly productive and more resistant than domestic ones), pioneer species (used for growing needs of forest restoration) is relatively low. Importance of quality forest seed as prerequisite of successful nursery production is high, as well as importance of selection of appropriate provenances and feature of forest planting material. Nursery production programmes need to be harmonised with real needs in practical forestry. Nevertheless, there is even stronger need of setting quality, multi-year nursery production plans, which will include a strong response to forthcoming challenges and threats, reduce risks in practical forestry and take into account international (scientific and expert) efforts, actual EU policies and growing needs of forestry and other sectors.

**KEY WORDS:** nursery production, forest reproductive material, broadleaf, production programme.

# O KORIŠTENJU INOZEMNOG ŠUMSKOG REPRODUKCIJSKOG MATERIJALA ZA OBNOVU DOMAĆIH SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA IZ PERSPEKTIVE GENETIČARA

## ON THE USE OF FOREIGN FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL FOR THE REGENERATION OF LOCAL STANDS OF PEDUNCULATE OAK FROM THE STAND POINTS OF A GENETICS

Saša BOGDAN<sup>1</sup>, Ida Katičić Bogdan<sup>1</sup>, Martina Temunović<sup>1</sup>

### UVOD

Usljed kronične nestašice žira domaćeg podrijetla, na tržištu je tijekom 2023. godine nabavljena velika količina šumskog reprodukcijuskog materijala (ŠRM-a) iz inozemstva, a njegovo korištenje za obnovu sastojina hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj (RH) je u tijeku. U neslužbenim su se komunikacijama kao izvori unesenog ŠRM-a spominjale provenijencije iz Mađarske, Rumunjske ili Francuske. U konačnici su, koliko nam je poznato, nabavljene sadnice i žir iz Mađarske. Međutim, stvarno podrijetlo uvezenog ŠRM-a nije niti važno jer je ovo priopćenje uglavnom načelnog karaktera i može poslužiti kao uputa za odlučivanje o njegovoj prikladnosti, neovisno o podrijetlu ili vrsti šumskog drveća.

Potrebno je naglasiti da je postupak premještanja ŠRM-a (unutar EU) odnosno njegovog uvoza (iz trećih država), te korištenja u RH, reguliran Zakonom o šumskom reprodukcijuskom materijalu (Narodne novine 75/09, 61/11, 56/13, 14/14, 32/19, 98/19). Navedeni zakon zadovoljavajuće dobro određuje okvir za postupak odlučivanja o tome kakve provenijencije mogu biti prikladne kao izvor ŠRM-a i gdje ih koristiti, u slučaju potrebe. Nažalost, smatramo da postupak odlučivanja o nabavi i korištenju ŠRM-a, primijenjen ove godine, nije odgovarao nekim temeljnim stručnim postavkama. Primijenjena praksa predstavlja visoki rizik za očuvanje jedinstvenosti, bioraznolikosti i produktivnosti naših sastojina hrasta lužnjaka. Cilj je ovog priopćenja ukazati na neke propuste, pojasniti rizike takve prakse, pružiti savjetodavni doprinos iz perspektive naše specijalnosti – genetike šumskog drveća, i time pomoći da se u budućnosti za obnovu naših sastojina koristi prikladan ŠRM.

### OPĆENITO O GENETSKOJ KVALITETI ŠRM-A

Kvaliteta neke partije ŠRM-a može se, i treba, razmatrati iz različitih perspektiva. Tako se može govoriti o morfološkoj (npr. prosječna širina, duljina, masa žira odnosno promjer ili visina sadnica), fiziološkoj (npr. kljavost sjemena ili inten-

zitet boje listova kod sadnica), zdravstvenoj (npr. proporcija zaraženosti gljivama ili oštećenosti kukcima) i o **genetskoj kvaliteti**. Genetska kvaliteta partije ŠRM-a, s obzirom na prevladavajući sustav obnove šumskih sastojina kod nas, određena je: 1) efektivnom veličinom izvorne roditeljske popu-

<sup>1</sup> dr. sc. Saša Bogdan, redoviti profesor u trajnom izboru, dr. sc. Ida Katičić Bogdan, izvanredna profesorica, dr. sc. Martina Temunović, docentica, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije. Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku. Svetošimunska cesta 23. 10000 Zagreb. E-pošta: sbogdan@sumfak.hr

lacije, 2) razinom genetske raznolikosti koju posjeduje, 3) stupnjem križanja u srodstvu, 4) genskom čistoćom svojte tj. količinom križanaca ciljne s drugim srodnim vrstama, te 5) prilagođenošću na stanišne uvjete u kojima će se koristiti. U nastavku želimo pojasniti pet navedenih odrednica kvalitete za čitatelje kojima genetika nije specijalnost.

**Efektivna veličina izvorne populacije** jest broj roditeljskih stabala koji su ravnomjerno sudjelovali u stvaranju potomstva (sjemena odnosno sadnica). Vrlo je važno da u stvaranju potomstva sudjeluje što je moguće veći broj roditeljskih stabala, jer samo takvo potomstvo može posjedovati cijeli raspon genetske raznolikosti prethodne generacije na nekom području. Zbog toga se opravdano preporučuje da se prirodna obnova odnosno sakupljanje sjemena (radi potpomognute ili umjetne obnove sastojina) provode u godinama punog uroda, kada najveći broj zrelih stabala ima šansu sudjelovati u stvaranju potomaka. Analogno, nije preporučljivo koristiti ŠRM nastao od malog broja roditelja, u godinama slabijeg uroda ili prikupljenog sa soliternih stabala. Znanstveno je utemeljena činjenica da obnova sastojina ŠRM-om koji posjeduje široki raspon genetske raznolikosti osigurava najviši potencijal prilagodljivosti glavne vrste na okolišne promjene (stresove) (White i dr. 2007, str. 149). Opetovano je potvrđeno da ŠRM koji posjeduje niže razine genetske raznolikosti pokazuje značajno manju otpornost na stres i manje preživljenje u usporedbi sa ŠRM-om više razine genetske raznolikosti (Vranckx i dr. 2014, Popović i dr. 2023). Spomenuta **genetska raznolikost** ŠRM-a određena je bogatstvom (raznovrsnošću) genskih alela koje posjeduje. Slikovito i pojednostavljeno rečeno, genski alel je uputa za odgovor jedinke na izazove okoliša. Ako jedinke posjeduju raznovrsne upute (tj. ako populacije posjeduju raznovrsne zbirke uputa), tada su sposobnije prilagođavati se promijenjenim uvjetima okoliša. S obzirom na to da gospodarimo s populacijama dugovječnih organizama izuzetno je važno da im osiguramo posjedovanje što je moguće više uputa koje će im pružiti sposobnost prilagođavanja na nepredvidive promjene okoliša, uključujući sve izraženiju promjenu klime.

**Križanje u srodstvu** (engl. *inbreeding*) jest križanje između roditelja koji dijele zajedničkog pretka (tj. u srodstvenoj su vezi). Ekstremni oblik križanja u srodstvu je samooplodnja. Potomstvo nastalo križanjem u srodstvu nosi visoki rizik ispoljavanja niza negativnih simptoma koji se zajednički nazivaju *inbreeding* depresija (White i dr. 2007, str. 91). Simptomi se uočavaju u rasponu od visokog postotka nevitalnog sjemena, preko usporenog rasta i razvoja pomlatka, povišene osjetljivosti na stresne uvjete do odumiranja u različitim fazama razvoja stabla. Križanje u srodstvu, na molekularnoj razini, uočava se kao značajno odstupanje ostvarene od očekivane heterozigotnosti populacije i može se utvrditi analizom prikladnih DNA bi-

ljega. Što je bliža srodnost roditelja to je rizik *inbreeding* depresije viši. Premda su kod šumskog drveća prirodno razvijeni učinkoviti mehanizmi zaštite od križanja u srodstvu, ono je moguće u situacijama kada je sada zrela populacija nastala od malog broja roditelja (npr. umjetnom obnovom sadnicama uzgojenim iz sjemena koje je prikupljeno od malog broja susjednih stabala) ili u godinama slabog uroda, kada je mala koncentracija peluda i kada se oprašivanje događa između malog broja jedinki (često fenološki sinkroniziranih, u međusobnoj blizini i zbog toga vjerojatnije srodnih). Također, utvrđeno je da soliterna stabla (ili rubna sastojinska stabla) u takvim uvjetima učestalo stvaraju plodove samooplodnjom (Ashley i dr. 2022). Stoga se ŠRM nastao križanjem u srodstvu opravdano smatra genetski nekvalitetnim i njegovo korištenje treba maksimalno izbjegavati.

**Genska čistoća svojte** odnosi se na odsutnost križanaca ciljne vrste s drugim srodnim vrstama. Hrastovi koji pripadaju istoj taksonomskoj sekciji mogu se međusobno križati (hibridizirati) te stvarati vitalno i fertilno potomstvo. Međuvrсна hibridizacija je posebice učestala u staništima gdje različite vrste hrastova rastu zajedno. Na primjer, poznato je da hrast lužnjak i hrast kitnjak dijele staništa u mnogim područjima zapadne Europe gdje tvore hibridne populacije (Degen i dr. 2021, Jensen i dr. 2009, Lévy i dr. 1992), dok u nekim područjima Balkanskog poluotoka (npr. u Rumunjskoj) hrast lužnjak istovremeno hibridizira s nekoliko srodnih vrsta s kojima dijeli stanište (Curtu i dr. 2009). Logično je da hibridizacija s drugim vrstama utječe na gensku čistoću svojte, što nije nužno zabrinjavajuća pojava, ali donosi rizike. Međuvršni hibridi su često slabije prilagođeni na tipična staništa pojedinačnih vrsta, dok pokazuju određene prednosti na devastiranim staništima odnosno u značajno promijenjenim okolišnim uvjetima. Svakako je preporučljivo promišljeno odlučiti, na temelju jasne argumentacije, je li za neka staništa prikladnije koristiti križance ili čiste svojte.

**Prilagođenost** neke populacije na konkretne stanišne uvjete rezultat je procesa prirodne selekcije odnosno specifičnog oblikovanja njene genetske kompozicije pod utjecajem specifičnih okolišnih čimbenika. Najčešći okolišni čimbenici koji usmjeravaju selekciju su oni koji definiraju klimu nekog područja (npr. prevladavajuće oscilacije temperature i učestalost njenih ekstrema, pojavnost mrazova, varijacije u količinama oborina i dr.), kao i reljefno-edafske posebnosti staništa (npr. pH, dostupnost hraniva, varijacije podzemnih voda i dr.). Genetska kompozicija lokalnih populacija se, kroz više generacija, mijenja u smjeru prilagođenosti na specifične lokalne stanišne uvjete. Npr. populacije koje su na nekom području izložene učestalim kasnim mrazovima odlikuju se značajno povećanim brojem kasnolistajućih jedinki, dok se one koje su izložene čestim sušnim epizodama odlikuju većom otpornošću na



sušni stres, ali manje bujnim rastom nadzemne biomase. Prilagođenost na specifično stanište je genetski uzrokovana pojava (nasljedna) i zadržava se promjenom okolišnih uvjeta. To znači da ŠRM koji npr. potječe iz provenijencije koja je prilagođena na učestale sušne stresove i u nekom drugom staništu zadržava obrazac „ponašanja“, u smislu većeg ulaganja u razvoj korijena, stvaranja većih količina škrobnih rezervi, a s druge strane manjeg razvoja nadzemne biomase. Ako je drugo stanište pošteđeno utjecaja učestalih sušnih epizoda, tada je takvo potomstvo manje kompetitivno u usporedbi s provenijencijama (ili drugim vrstama) koje se odlikuju bujnim razvojem nadzemne biomase. U tom hipotetskom slučaju kažemo da ŠRM nije dobro prilagođen na stanišne uvjete. Rezultat korištenja neprilagođenog ŠRM-a je smanjena produktivnost, osjetljivost na lokalne stresne uvjete i u najgorem scenariju odumiranje. Stoga je važno koristiti ŠRM iz provenijencija koje uspijevaju u sličnim klimatskim odnosno edafskim uvjetima jer takva praksa osigurava veću vjerojatnost da je isti prilagođen konkretnim uvjetima. S druge strane, u slučajevima kada se za neko stanište mogu predvidjeti promjene tada se može preporučiti korištenje ŠRM-a iz onih provenijencija koje već sada uspijevaju u takvim stanišnim uvjetima (npr. predviđa se da će doći do zakiseljavanja tla, pa se kao izvor ŠRM koristi ona provenijencija koja trenutno uspijeva na kiselijem tlu). U svakom slučaju, prikladnost neke provenijencije kao izvora ŠRM-a ovisi o njejoj prilagođenosti na stanišne uvjete (sadašnje ili predviđene u budućnosti), u području gdje se ŠRM želi koristiti. Vrlo je rizično, ujedno i nestručno, koristiti ŠRM bez ikakve brige i promišljanja o njegovom podrijetlu i prilagođenosti.

Naglašavamo Članak 18. stavak 2., spomenutog Zakona o ŠRM-u kojim se nalaže sljedeće: „U slučaju uvoza šumskog reprodukcijskog materijala, i njegovom premještanju u države članice Europske unije, svojti šumskog drveća od gospodarskog značaja i rijetkih šumskih svojti, u kategorijama »poznato podrijetlo« i »selektioniran«, isti se smije koristiti za upotrebu u šumarstvu samo **ako se utvrdi da jedinstveni ekološki odnosi, s uvažavanjem nadmorske visine, fenotipskih i genotipskih osobina provenijencije iz kojega potječe šumski reprodukcijski materijal, odgovaraju jedinstvenim ekološkim odnosima, s uvažavanjem nadmorske visine, fenotipskih i genotipskih osobina provenijencije u kojoj se šumski reprodukcijski materijal želi koristiti.**“ (Narodne novine 75/09, 56/13). Debljim slovima, veličinom slova i podcrtavanjem smo istaknuli ono što je najbitnije u tom stavku.

Precizno i cjelokupno utvrđivanje navedenih parametara je zahtjevan postupak, ali ga nije nemoguće izvesti, čak i u potpunosti, dok se djelomično može izvesti relativno jednostavno, brzo i jeftino. Na primjer, barem djelomičnu podudarnost ekoloških odnosa moguće je brzo utvrditi usporedbom prevladavajućih klimatskih varijabli između

izvornih lokaliteta i lokaliteta u kojima se planira upotrijebiti ŠRM. Klimatske varijable za usporedbu dostupne su na besplatnim web platformama (npr. ClimateEU, <https://sites.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>, CHELSA, <https://chelsa-climate.org>, i sl.). Fenotipske osobine stabala mogu se provjeriti izvidom deklariranih sastojina iz kojih je prikupljeno sjeme (provjerom uzorka stabala može se uvjeriti u kvalitetu njihovih fenotipskih osobina – rašljivost, pravnost, punodrvnost, usukanost, granatost, zdravstveno stanje i dr.), kao i uvidom u javne gospodarske planove deklariranih sastojina (broj stabala, temeljnica, drvena zaliha i dr.). Određivanje genetske kvalitete ŠRM-a (svih pet njenih prethodno navedenih i objašnjenih odrednica) provodi se kombinacijom DNA analiza i osnivanjem komparativnih nasada (tzv. genetičkih testova) u stanišnim uvjetima koji odgovaraju uvjetima korištenja ŠRM-a. Analizama DNA moguće je ustanoviti je li ŠRM odgovarajuće razine genetske raznolikosti, koliki je utjecaj križanja u srodstvu i koliki je udio međuvrtnih križanaca u partiji ŠRM-a. To je posao koji je realno moguće obaviti u nekoliko mjeseci, što je sasvim prihvatljiv rok, pogotovo kad se žele nabaviti već uzgojene sadnice. Najveći problem je utvrđivanje prilagođenosti ŠRM-a na lokalne stanišne prilike. U idealnim okolnostima to bi se trebalo provesti osnivanjem i analizama genetičkih testova, ali je to proces koji traje više godina, pa i desetljećima. Međutim, možemo se poslužiti nekim „prečicama“. Na primjer, prethodno spomenutom usporedbom klimatskih varijabli između izvornih i naših provenijencija može se brzo dobiti stručno utemeljena slika o vjerojatnoj prilagođenosti ŠRM-a. Nadalje, analizama DNA moguće je ciljano istražiti varijabilnost pojedinih gena odgovornih za svojstva od interesa, npr. prilagođenost na sušni stres ili kasni mraz, te tako relativno brzo dobiti uvid u prilagođenost ŠRM-a na odabrani okolišni stresor (Rellstab i dr. 2016, Temunović i dr. 2020). Značajna korelacija između genskih alela i okolišnih varijabli može dodatno ukazivati na prilagođenost populacija (Le Provost i dr. 2022, Leroy i dr. 2020, Müller i Gailing 2019). U svakom slučaju, neusporedivo je bolje barem djelomično utvrditi prikladnost ŠRM-a za korištenje u našim uvjetima nego potpuno ignorirati rizike.

## GENETSKE OSOBINE HRASTA LUŽNJAKA U RH

ŠRM (prvenstveno žir) hrasta lužnjaka se još od druge polovine 19. stoljeća u velikim količinama izvezio iz današnjeg teritorija RH u zemlje središnje Europe, kao što su Mađarska i Njemačka (Borovics i dr. 1998, Gailing i dr. 2012, Matyas 1972). Danas se u tim zemljama nalaze stare sastojine koje su osnovane spomenutim ŠRM-om (npr. u regiji Münsterland u Njemačkoj - Burger i dr. 2021). U stranoj literaturi je hrast lužnjak podrijetlom iz naše zemlje poznat kao „slavonski hrast lužnjak“ (njem. slawonische Stieleiche, slawonische Eiche), pri čemu treba na-

glasiti da se u navedenoj literaturi taj naziv odnosi na sve populacije nizinskog područja između Drave i Save, od Zagreba do krajnjeg istoka naše zemlje, pa i dalje unutar granica Srbije do Beograda (Gailing i dr. 2007). Slavonski hrast lužnjak (u širem smislu tog naziva) prepoznat je u središnjoj Europi kao posebnost u usporedbi s lokalnim provenijencijama, i to s obzirom na raznovrsna fenotipska svojstva, kao što su: pravnost i punodrvnost debla, finoća grana, kasno listanje, brži rast, manja osjetljivost na neke štetne kukce (Burger i dr. 2021, Gailing i dr. 2012). Također, više je istraživanja ukazalo na genetsku diferencijaciju tzv. slavonske provenijencije u usporedbi s lokalnim provenijencijama (Burger i dr. 2021, Burger i Gailing 2022). Prema tome, može se zaključiti da su mnoge hrvatske populacije hrasta lužnjaka prepoznate kao svojevrsni „brend“ u smislu kvalitete fenotipskih karakteristika, ali da su i potvrđeno genetski različite od populacija iz drugih zemalja. Treba napomenuti da su istraživanja domaćih autora (Katičić Bogdan 2012, Katičić Bogdan i dr. 2018, Morić 2016) opetovano potvrdila visoku razinu genetske kvalitete domaćih izvora ŠRM-a (u smislu visoke razine genetske raznolikosti, malog utjecaja križanja u srodstvu i visokog stupnja migracija gena).

Ovom prilikom želimo naglasiti da se cjelokupno područje našeg slavonskog hrasta lužnjaka (misli se na gore spomenuto šire područje) ne može smatrati jedinstvenom provenijencijom. Naime, na dodatnu vrijednost populacija hrasta lužnjaka iz relativno suših staništa istočne Hrvatske (U.Š.P. Vinkovci, Osijek i Našice), kao značajnih genskih resursa prilagođenijih na suša staništa, ukazali su Bogdan i dr. (2017) i Temunović i dr. (2020). Dakle, identificirana je međusobna adaptivna genetska diferenciranost (različitost) domaćih populacija hrasta lužnjaka koja ukazuje na potrebu pažljivog planiranja pri izboru prikladnog ŠRM-a, te reviziju sjemenske razdiobe hrasta lužnjaka u RH (Bogdan i dr. 2017, Morić i dr. 2018, Temunović i dr. 2020). Uvažavajući rezultate navedenih istraživanja, spomenuti dio areala hrasta lužnjaka u Hrvatskoj trebalo bi razdijeliti na barem 2 provenijencije (zapadna - koja obuhvaća šume hrasta lužnjaka na područjima U.Š.P. Karlovac, Zagreb, Sisak, Bjelovar, Nova Gradiška, Požega, Koprivnica i Slatina, te istočna - obuhvaća područja U.Š.P. Našice, Osijek i Vinkovci). S obzirom na predviđene trendove promjene klime, prijenos ŠRM iz tzv. zapadne provenijencije bi trebalo ograničiti, dok prijenos iz tzv. istočne provenijencije ne bi trebalo ograničavati. Utvrđena diferenciranost provenijencija hrasta lužnjaka pokazuje da niti unutar RH nije svejedno koji ŠRM koristimo u kojem području. S tim u svezi, logično je da strane provenijencije koje su eventualno prilagođene na staništa zapadnih područja ne mogu istovremeno biti pogodne i za tzv. istočnu provenijenciju RH.

Naposljetku, ne smije se zanemariti niti činjenica da se na prostoru RH susreću tri rodoslovne linije haplotipova hrasta lužnjaka (Morić 2016), što upućuje na različita izvorišta rekolonizacije naših istočnih i zapadnih populacija nakon posljednjeg ledenog doba. Hrvatske populacije hrasta lužnjaka pripadaju različitoj rodoslovnoj liniji haplotipova nego primjerice Francuske populacije (Petit i dr. 2002), a prostor Hrvatske se više puta spominjao kao jedno od potencijalnih glacijalnih pribježišta hrasta lužnjaka u Europi, što našim populacijama daje dodatnu vrijednost (Bordács i dr. 2002, Slade i dr. 2008).

## RIZICI PRIMIJENJENE PRAKSE NABAVE I KORIŠTENJA ŠRM-A

Uvažavajući argumente iz prethodnog odjeljka trebali bismo prihvatiti da se mnoge populacije hrasta lužnjaka u Hrvatskoj trebaju smatrati svojevrsnim brendom koji je prepoznat od stručne javnosti i šire od granica naše zemlje. Nisu nam poznati slični primjeri tj. da šumarski stručnjaci iz više zemalja priznaju posebnost i kvalitetu provenijencija neke vrste s ograničenog geografskog područja, kao što je to slučaj sa slavonskim hrastom. Uz to, tradicija i višestoljetni značaj ove šumske vrste za gospodarstvo RH zadužuju nas da kao struka pažljivo i utemeljeno definiramo strateške odluke koje mogu odrediti njenu budućnost. To znači da bi prije donošenja takvih odluka bilo dobro provesti otvorenu stručnu raspravu među relevantnim predstavnicima najznačajnijih šumarskih institucija. Izbor i korištenje unesenog ŠRM-a potrebno je obrazložiti i opravdati stručnim elaboratom koji bi trebao sadržavati jasne, utemeljene argumente. Čak i da nije zakonom uvjetovano (a jest), to je potrebno radi očuvanja digniteta naše struke i, još važnije, radi očuvanja razine kvalitete naših šuma i osiguranja njihove budućnosti.

Ove godine se dogodilo da je po prvi puta nabavljena značajno velika količina ŠRM-a iz inozemstva, a vrlo je izvjesno da će pritisaka za unošenjem ŠRM-a hrastova, kao i drugih vrsta drveća, biti sve više. Međutim, otvorena i stručna rasprava je izostala, dok su umjesto toga unutar i između kuloara kolale različite poluinformacije o cijelom postupku. U konačnici je, po našem mišljenju, nabavljen i korišten ŠRM bez ikakvog promišljanja, bez utvrđivanja njegove kvalitete i bez stručno utemeljenog opravdanja za njegovim korištenjem u okolišnim uvjetima naših sastojina. Ne tvrdimo da to nije moguće, ali ako nabavljeni ŠRM na kraju uspije ispuniti svoju funkciju (kvalitetno obnoviti sastojine) tada će to biti produkt puke sreće, a ne stručnog i promišljenog rada.

Očuvati autohtonost, kvalitetu i posebnost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj znači voditi brigu o genetskoj kvaliteti ŠRM-a kojega se koristi za obnovu naših sastojina, a ne koristiti onaj koji se, igrom slučaja, trenutno može nabaviti na trži-

štu. Ističemo sljedeće rizike prakse korištenja ŠRM-a neutvrđene genetske kvalitete:

- ŠRM nabavljen iz provenijencija koje nisu prilagođene na trenutne odnosno predviđene uvjete u našim staništima neće ispuniti kriterije produktivnosti i fenotipske kvalitete na koje smo navikli. U najgorem scenariju, obnova sastojina neće uspjeti zbog visokog mortaliteta sadnica ili pomlatka. Treba naglasiti da se veći intenziteti odumiranja mogu pojaviti godinama nakon obnove neprikladnim ŠRM-om, ne nužno odmah. Neprilagođenost će se vjerojatno ispoljiti po pojavi stresnih uvjeta koji su relativno uobičajeni u našim, a rijetki odnosno odsutni u izvornim staništima (npr. kasni mraz, rani mraz, sušne epizode, dugotrajne poplave i dr.). Također, moguće je da će korišteni ŠRM pokazati manju sposobnost kompeticije s domaćim vrstama jer je prilagođen na rast u siromašnijim, stresnijim staništima, pa će više ulagati u stvaranje rezervi nego u visinski prirast.
- Ako je korišteni ŠRM niske razine genetske raznolikosti ili nastao križanjem u srodstvu, mogu se očekivati slični problemi kao u prethodnoj točki – nedovoljna sposobnost prilagodbe na promjene stanišnih uvjeta i osjetljivost na stresove koja rezultira slabijom produkcijom, fenotipskom kvalitetom i odumiranjem.
- ŠRM koji potječe od roditelja loše fenotipske kvalitete (iz populacija u kojima je većina stabala rašljivo, loše pravnosti, čišćenja debla od grana, usukana i dr.) će vrlo vjerojatno stvoriti sastojine podjednake razine kvalitete tj. obnovljene sastojine će biti slabije kvalitete od prosjeka.
- ŠRM koji je nastao kao rezultat križanja među srodnim vrstama hrastova, ako doživi zrelost, omogućit će gensko zagađenje autohtonih populacija (unos genskih alela tipičnih za druge vrste hrastova u genom autohtonog hrasta lužnjaka). To ne mora biti loše, jer kod značajnih promjena staništa međuvrtni križanci mogu pokazati bolje uspijevanje (a predviđaju se značajne promjene staništa zbog promjene klime). Međutim, ostaje činjenica da bismo taj scenarij eventualno doživjeli slučajno, a ne zbog promišljene stručne odluke.

## ZAKLJUČCI I PREPORUKE CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Premda se ne mogu sve naše populacije smatrati jedinstvenom provenijencijom, kvaliteta fenotipskih osobina i genetska posebnost hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj je prepoznata u stručnoj javnosti i izvan granica naše zemlje. Većina hrvatskih populacija se, uslijed utjecaja migracija gena i raznovrsnih rodoslovnih linija, uglavnom odlikuje visokim razinama genetske raznolikosti, a postoje uteme-

ljene naznake da je na području Hrvatske moglo biti glacialno pribježište ove vrste. Također, sastojine hrasta lužnjaka u Hrvatskoj čine dio jugoistočne granice njegovog areala, gdje su populacije genetski oblikovane i procesom prilagodbe na specifične stanišne uvjete, što je rezultiralo njihovom međusobnom diferencijacijom. Genetska diferenciranost (različitost) naših populacija odgovara ekotipskom obrascu koji ponajviše korelira s vlažnošću staništa i učestalošću mrazova. Stoga je, uz potrebu revizije sjemenske razdiobe, nužan oprez pri premještanju ŠRM-a hrasta lužnjaka. Nije svejedno koristi li se ŠRM npr. na području U.Š.P. Karlovac ili na području U.Š.P. Vinkovci jer, uz različitost stanišnih uvjeta (npr. količine oborina), recentna istraživanja ukazuju na to da niti genetske kompozicije populacija s ta dva područja nisu identične. Zbog toga je malo vjerojatno da strane provenijencije hrasta lužnjaka mogu biti istovremeno prilagođene na sve stanišne uvjete prisutne u našoj zemlji.

Genetska kvaliteta nabavljenih stranih izvora ŠRM-a nije poznata (posebice njihova sposobnost prilagodbe na specifičnost naših stanišnih uvjeta), zbog čega njihov unos radi obnove sastojina hrasta lužnjaka u RH predstavlja veliki rizik. U nekim područjima zapadne i jugoistočne Europe hrast lužnjak dijeli staništa s drugim srodnim vrstama hrastova (hrastom kitnjakom, hrastom meduncem i dr.), s kojima spontano hibridizira. Unošenje značajne količine hibridnog ŠRM-a u domaće sastojine hrasta lužnjaka predstavlja dodatni rizik, čije je efekte teško predvidjeti.

S obzirom na sve navedeno ističemo sljedeće preporuke:

1. Autohtonost, fenotipsku i genetsku posebnost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj treba očuvati koliko god je to moguće. Potrebno je mobilizirati sve raspoložive resurse u pronalazak inovativnih, znanstveno utemeljenih rješenja za problem kroničnog nedostatka domaćeg ŠRM-a hrasta lužnjaka. Takav pristup ne jamči brze rezultate, ali je izvediv. S tim u svezi, nisu iscrpljene sve mogućnosti tj. jedva da smo nešto i započeli u smjeru pronalaska takvih rješenja.
2. Načelno tj. isključivo u krajnjoj nuždi, može se preporučiti nabava ŠRM-a izvan granica RH. Međutim, tada se svi uključeni akteri trebaju dosljedno pridržavati, prvenstveno temeljnih pravila i etike struke, a potom i Zakona o ŠRM-u (posebice članka 18., stavka 2), kao i drugih relevantnih propisa. Prije korištenja, potrebno je znanstveno/stručno utemeljeno **utvrditi** i obrazložiti zašto se ŠRM iz potencijalnih izvornih provenijencija može koristiti i u kakvim domaćim staništima. Nije dovoljno samo birokratski navesti podrijetlo ŠRM-a i dopustiti njegovo korištenje bez ikakvih ograničenja.
3. Ne koristiti velike količine stranog ŠRM-a neutvrđene podudarnosti s ekološkim odnosima u našim staništima, kao i podudarnosti s fenotipskim i genetskim osobinama



naših provenijencija. Praksa korištenja ŠRM-a neutvrđene genetske kvalitete predstavlja ogroman rizik, nestručno je, a ujedno i nezakonito.

4. Nastavno na točku 2., preporučuje kao potencijalni izvor stranog ŠRM razmatrati (navedenim redosljedom):

a) one provenijencije koje podrijetlom pripadaju slavonskom hrastu lužnjaku. Takve se provenijencije mogu pronaći u više europskih zemalja o čemu postoje literaturni podaci;

b) one provenijencije za koje se utvrdi da mogu dobro uspijevati u našim stanišnim uvjetima, pri tome uvažavajući međusobnu genetsku različitost naših provenijencija (što znači da nije svejedno želi li se ŠRM koristiti u stanišnim uvjetima npr. g.j. Draganičkih lugova ili g.j. Slavira). Kod ove opcije je potrebno pribaviti uvjerljive dokaze o usporedivosti okolišnih uvjeta, fenotipskih osobina, razina genetske raznolikosti te o genskoj čistoći svojte.

c) Smjesa ŠRM-a iz što je moguće više različitih provenijencija (koje zajedno pokrivaju široki spektar ekoloških uvjeta). Teoretski, vjerojatnije je da vrlo raznolika smjesa ŠRM-a posjeduje i vrlo visoku razinu genetske raznolikosti. Ova opcija je preporučljiva u slučaju da su izvjesne velike, ali nepredvidljive stanišne promjene u našim sastojinama, ili da za predviđene promjene nije moguće odrediti koja bi to strana provenijencija mogla biti najbolji izbor. U opisanim hipotetskim slučajevima smatra se da je najbolja opcija koristiti ŠRM maksimalne genetske raznolikosti.

5. S obzirom da je ŠRM već unesen i djelomično (ili potpuno, ne znamo) iskorišten, preporučuje se pažljivo i precizno voditi javno dostupnu evidenciju o tome gdje je korišten, te pratiti njegovo uspijevanje i razvoj. Preporučuje se i naknadno pokušati utvrditi neke odrednice genetske kvalitete korištenog ŠRM-a.

## POPIS CITIRANE LITERATURE

- Ashley, M.V., J.P. Chong, J. Luers, J.R. Backs, 2022: The Lonely Life of a Champion Tree, *Aesculus glabra*. *Forests* 13, 1537.
- Bogdan, S., M. Ivanković, M. Temunović, M. Morić, J. Franjić, I. Katičić Bogdan, 2017: Adaptive genetic variability and differentiation of Croatian and Austrian *Quercus robur* L. populations at a drought prone field trial. *Ann. For. Res.* 60, 33–46.
- Bordács, S., F. Popescu, D. Slade, U.M. Csaikl, I. Lesur, A. Borovics, P. Kézdy, A.O. König, D. Gömöry, S. Brewer, 2002: Chloroplast DNA variation of white oaks in northern Balkans and in the Carpathian Basin. *For. Ecol. Manag.* 156, 197–209.
- Borovics, A., Z. Somogyi, C. Matyas, 1998: Conservation of genetic resources of white oaks and beech in Hungary. *Compil.* 1998 20.
- Burger, K., O. Gailing, 2022: Genetic variability of indigenous (*Quercus robur* L.) and late flushing oak (*Quercus robur* L. subsp. slavonica (Gáyer) Mátyás) in adult stands compared with their natural regeneration. *Eur. J. For. Res.* 141, 1073–1088.
- Burger, K., M. Müller, M. Rogge, O. Gailing, 2021: Genetic differentiation of indigenous (*Quercus robur* L.) and late flushing oak stands (*Q. robur* L. subsp. slavonica (Gáyer) Mátyás) in western Germany (North Rhine-Westphalia). *Eur. J. For. Res.* 140, 1179–1194.
- Curtu, A.L., O. Gailing, R. Finkeldey, 2009: Patterns of contemporary hybridization inferred from paternity analysis in a four-oak-species forest. *BMC Evol. Biol.* 9, 284. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-284>.
- Degen, B., Y. Yanbaev, M. Mader, R. Ianbaev, S. Bakhtina, H. Schroeder, C. Blanc-Jolivet, 2021: Impact of gene flow and introgression on the range wide genetic structure of *Quercus robur* L. in Europe. *Forests* 12, 1425.
- Gailing, O., H. Wachter, J. Heyder, H.P. Schmitt, R. Finkeldey, 2012: Chloroplast DNA analysis in oak stands (*Quercus robur* L.) in North Rhine-Westphalia with presumably Slavonian origin: Is there an association between geographic origin and bud phenology? *J. Appl. Bot. Food Qual.* 81, 165–171.
- Gailing, O., H. Wachter, H. Schmitt, A. Curtu, R. Finkeldey, 2007: Characterization of different provenances of Slavonian pedunculate oaks (*Quercus robur* L.) in Munsterland (Germany) with chloroplast DNA markers: PCR-RFLPs and chloroplast microsatellites. *Allg. Forst Jagdztg.* 178, 85.
- Jensen, J., A. Larsen, L.R. Nielsen, J. Cottrell, 2009: Hybridization between *Quercus robur* and *Q. petraea* in a mixed oak stand in Denmark. *Ann. For. Sci.* 66, 706–706. <https://doi.org/10.1051/forest/2009058>.
- Katičić Bogdan, I., 2012: Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u klonskim sjemenskim plantažama u Hrvatskoj. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije. 165 str. Zagreb.
- Katičić Bogdan, I., D. Kajba, Z. Šatović, S. Schüler, S. Bogdan, 2018: Genetic diversity of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in clonal seed orchards in Croatia, assessed by nuclear and chloroplast microsatellites. *South-East Eur. For. SEEFOR* 9, 29–46.
- Le Provost, G., B. Brachi, I. Lesur, C. Lalanne, K. Labadie, J.M. Aury, C. Da Silva, D. Postolache, T. Leroy, C. Plomion, 2022: Gene expression and genetic divergence in oak species highlight adaptive genes to soil water constraints. *Plant Physiol.* 190, 2466–2483. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac420>.
- Leroy, T., J.M. Louvet, C. Lalanne, G. Le Provost, K. Labadie, J.M. Aury, S. Delzon, C. Plomion, A. Kremer, 2020: Adaptive introgression as a driver of local adaptation to climate in European white oaks. *New Phytol.* 226, 1171–1182. <https://doi.org/10.1111/nph.16095>.
- Lévy, G., M. Becker, D. Duhamel, 1992: A comparison of the ecology of pedunculate and sessile oaks: radial growth in the centre and northwest of France. *For. Ecol. Manag.* 55, 51–63.
- Matyas, V., 1972: The significance of Slavonian oak (*Quercus robur* subsp. slavonica) for forestry in Hungary. *Erdesz Kut.* 68, 63–77.
- Morić, M., 2016: Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnim nasadima s potomstvom iz odabranih sjemenskih sastojina. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije. 243 str. Zagreb.
- Morić, M., S. Bogdan, M. Ivanković, 2018: Quantitative genetic differentiation of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) popula-



- tions in field trial” Jastrebarski lugovi”. Nova Meh. Šumarstva 39, 35–45.
- Müller, M., O. Gailing, 2019: Abiotic genetic adaptation in the *Fagaceae*. *Plant Biol.* 21, 783–795. <https://doi.org/10.1111/plb.13008>.
  - Petit, R.J., U.M. Csaikl, S. Bordács, K. Burg, E. Coart, J. Cottrell, B. van Dam, J.D. Deans, S. Dumolin-Lapègue, S. Fineschi, 2002: Chloroplast DNA variation in European white oaks: phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *For. Ecol. Manag.* 156, 5–26.
  - Popović, M., I. Katičić Bogdan, F. Varga, Z. Šatović, S. Bogdan, M. Ivanković, 2023: Genetic Diversity in Peripheral Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) Provenances—Potential Climate Change Mitigators in the Center of Distribution despite Challenges in Natural Populations. *Forests*, 14, 2290. <https://doi.org/10.3390/f14122290>.
  - Rellstab, C., S. Zoller, L. Walthert, I. Lesur, A.R. Pluess, R. Graf, C. Bodénès, C. Sperisen, A. Kremer, F. Gugerli, 2016: Signatures of local adaptation in candidate genes of oaks (*Quercus* spp.) with respect to present and future climatic conditions. *Mol. Ecol.* 25, 5907–5924. <https://doi.org/10.1111/mec.13889>.
  - Slade, D., Ž. Škvorc, D. Ballian, J. Gračan, D. Papeš, 2008: The chloroplast DNA polymorphisms of White Oaks of section *Quercus* in the Central Balkans. *Silvae Genet.* 57, 227–234.
  - Temunović, M., P. Garnier-Géré, M. Morić, J. Franjić, M. Ivanković, S. Bogdan, A. Hampe, 2020: Candidate gene SNP variation in floodplain populations of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) near the species’ southern range margin: Weak differentiation yet distinct associations with water availability. *Mol. Ecol.* 29, 2359–2378.
  - Vranckx, G., H. Jacquemyn, J. Mergeay, K. Cox, P. Janssens, B.A.S. Gielen, B. Muys, O. Honnay, 2014: The effect of drought stress on heterozygosity–fitness correlations in pedunculate oak (*Quercus robur*). *Ann. Bot.* 113, 1057–1069.
  - White, T.L., W.T. Adams, D.B. Neale, 2007: Forest genetics. CAB International. 682 str. Wallingford, Oxfordshire, UK.



**Sretan Božić i nova 2024. godina !**

# MALA ZEMLJA ZA VELIKI ODMOR

*Christian Gallo, dipl. ing. šum.*

Od objave članka na temu parcelacije šumskog zemljišta u Istri, sa nešumarskim ciljem u Šumarskom listu 7-8/2021. prošlo je više od dvije godine, dok je sama tema aktualna duže od tri godine. Riječ je o dovoljno dugom razdoblju za pozitivne promjene. No, je li ih bilo?

Parcelaciju šumskog zemljišta sa tendencijom prodaje i postavljanja montažnih objekata ili mobilnih kućica, sve sa ciljem tihe i nezakonite urbanizacije, potrebno je staviti u kontekst nekontroliranog „razvoja“ turizma. U posljednje vrijeme postajemo svjesni štetnosti ovakvog razvoja turizma te isto postaje sve češće tema raznih rasprava, stručnih skupova, kao i Zakona o turizmu koji predviđa turistički ekološki doprinos. Ekološka svijest – tema je koju obrađuje Hansruedi Müller u svojoj knjizi Turizam i ekologija. Već u vrijeme pisanja knjige 2004. godine bilo je nužno spomenuti protuslovlje između ekološke svijesti i ekološkog ponašanja. Danas je spomenuto protuslovlje izraženije no ikad, raskorak između ekološke svijesti i ponašanja u skladu sa tom sviješću ogroman je. Novinski naslovi poput *Ili ćemo imati novu viziju turizma ili ćemo propasti*, *Hrvatska je granicu prenapučenosti turistima u špici sezone itekako premašila*, *Masovni turizam nije ono čemu Istra teži* ili pak konferencija Glasa Istre iz studenog 2023. naziva *Istra 2030 – redefiniranje istarskog turizma*, govore da svijesti ipak ima.

Da podsjetimo, u Istri je prije nekoliko godina uzela maha parcelacija šumskih površina na manje površine, idealno do 1000 m<sup>2</sup>, koje se prodaju s ciljem postavljanja raznih montažnih objekata koji će služiti kao ljetni turistički smještaj. Takva praksa otvara mnoga pitanja o koroziji gospodarenja šumama, komunalnim otpadom i otpadnim vodama, prostornog planiranja, legalnog razvoja turizma te konačno o koroziji sustava u cjelini. Na većini tih površina događaju se nezakonite sječe, nerijetko i čiste sječe. Srž problema je da se takve površine zapravo nezakonito prenamjenjuju, a obuhvaćene su programima za gospodarenje šumama privatnih šumoposjednika i u prostornoplandskoj dokumentaciji označene su kao šume. Na svakoj novoj parceli, u nekoliko proteklih godina nastalo ih je na tisuće, u bližoj budućnosti stajati će mobilhome, kamp kućica ili neki sličan objekt, zbog čega će biti značajno povećana požarna ugroženost te odložena nepoznata količina otpada, čije će zbrinjavanje plaćati stalni



Fotografija 1: Ovdje je do nedavno rasla šuma hrasta crnike

stanovnici, odnosno ispuštena znatna količina otpadnih voda koja će vjerojatno završiti u krškom podzemlju. Sve se te parcelacije i nezakonite sječe događaju u arealu šumske zajednice hrasta crnike i crnog jasena, koja je i od ranije ugrožena jer koincidira s najnaseljenijim područjem još iz rimskih vremena. Upravo zbog ugroze zajednica crnike i crnog jasena, jedna je od ciljnih stanišnih tipova ekološke mreže Natura 2000. navedenim se aktivnostima izruguje onima koji se legalno bave turističkom djelatnošću (nepoznato je koliko se noćenja „na crno“ dogodi na ovakvim površinama), ali i ostalim gospodarskim djelatnostima, konstantno se narušava sustav vrijednosti i izgled istarskog krajolika. Kako se parcelacija s istim ciljem događala i na poljoprivrednom zemljištu, ista je u međuvremenu zabranjena izmjenama i dopunama Zakona o poljoprivrednom zemljištu. Beskrajni hodnici šumarske birokracije umnogome su usporili da prijedlog nacrta izmjena i dopuna Zakona o šumama ugleda svjetlo dana te da konačno kroz propisanu proceduru izmjene i dopune stupe na snagu. Nacrtom izmjena i dopuna, koji bi se ovih dana trebao naći u rukama saborskih zastupnika, predviđena je zabrana dijeljenja šumskog zemljišta na površine manje od jednog hektara. Za šume i šumska zemljišta mali je to, ali ipak, napredak u zaštiti.

Nova, viša razina hrvatskog apsurdna dosegnuta je intervjuom na njemačkoj nacionalnoj televiziji u listopadu



2023., u kojemu se njemački bračni par hvali kako je kupio šumsko zemljište površine 2,5 hektara na području Istre i na njemu planira ilegalnu gradnju. Uvertira u bespravnu gradnju bila je postavljanje kampera, gradnja drvene sjenice i terase. Kako su sami podijelili sa višemilijunskim gledateljstvom, do mora ih dijeli stotinu metara šumskog puta, u šumi crnike osjećaju se kao u raj, ovdje kane ostati zauvijek i pripremaju gradnju kuće. I nisu jedini. Primjera je puno i previše. Ovaj je modus operandi općeprihvaćen i od stranih i od domaćih državljana. Ne treba smetnuti s uma da su uvijek prvi u lancu ovih rabota upravo domaći ljudi, jer olako prodaju zemljište. Nemirno je na grobljima njihovih predaka, jer je rasprodaja zemljišta, svetinje predaka, uzela maha i otela se kontroli.

Kako apsurdna ne manjka, možemo navesti još jedan. Na Sastanku na vrhu 26. UN-ove konferencije o klimatskim promjenama u Glasgowu u studenom 2021., premijer RH je između ostalog izjavio: *Dame i gospodo, Hrvatska zaštiti*

*prirode uzima ozbiljno....Kao izrazito popularna turistička destinacija, Hrvatska namjerava kompenzirati utjecaj turista na emisije CO<sub>2</sub> tako što će do 2030. godine zasaditi više od milijun dodatnih stabala godišnje.* Dakle, istovremeno dopuštajući pasivnošću žrtvovanje privatnih šuma za (divlji) turizam obvezujemo se na sadnju milijun dodatnih stabala godišnje, kako bismo kompenzirali utjecaj turista na emisije CO<sub>2</sub>. Izgleda da drveće u privatnim šumama ne veže CO<sub>2</sub> i ne proizvodi O<sub>2</sub>.

Prostitucija šumskim zemljištem ne jenjava, bolest se širi, zaštite nema. Kastrirani sustav gotovo da ne reagira ni nakon više godina. Nitko nije kazneno odgovarao za očito pustošenje šuma koje je sukladno Kaznenom zakonu kazneno djelo. Uzima li Hrvatska zaštitu prirode doista ozbiljno? Što na kraju zaključiti, nego da stari hrvatski turistički slogan *Mala zemlja za veliki odmor* poprima prave razmjere svoje smislenosti. Potvrdio je to njemački bračni par na nacionalnoj televiziji.



Fotografija 2: Parcelirano šumsko zemljište – koliko novih ilegalnih objekata?





# ŽALAR CIRIKAVAC (*Calidris alpina* L.)

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

Opisano je devet podvrsta, a područje Europe nastanjuju tri: nominalna (gnijezdi na sjeveru Skandinavije i u Rusiji, a zimuje od zapadne Europe, Sredozemlja do Indije), *C. a. arctica* (gnijezdi na sjeveroistočnom Grenlandu, a zimuje u sjeverozapadnoj Africi) i *C. a. schinzii* (gnijezdi na jugoistočnom Grenlandu, Islandu, Velikoj Britaniji, Baltiku i južnoj Skandinaviji, a zimuje u južnoj Europi i sjeverozapadnoj Africi). Ima neobičnu strategiju selidbe, gdje podvrste sjevernijih europskih populacija zimuju južnije od nominalne podvrste koje se gnijezdi južnije. Naraste u dužinu 16–20 cm, s rasponom krila 38–43 cm i težinom 35–60 grama, pa ga po veličini možemo usporediti s kosom. Tijekom ljetnog perioda ima karakteristično crno obojen donji dio prsa i trbuha te svijetlo smeđa leđa prošarana crnkastim pjegama, bijela crnkasto istočkana prsa i bijele bokove. Zimi su odozdo bijeli, a odozgo svijetlo sivi sa sivkastim pjegama. Kljun je umjereno dug, karakteristično blago savijen prema dolje, crne je boje kao i noge. Glasa se ćurlikanjem. Leti vrlo brzo i vješto. U letu mu se ističe bijela krilna pruga i postrance bijela trtica s uzdužnom poprečnom crnom prugom te crnim završetkom repa. Tijekom gniježđenja vezan je za područja tundri, tresetišta, vriština i otvorenih travnatih površina, posebice u blizini morski obala i ušća rijeka, a izvan sezone gniježđenja boravi na plitkim muljevitim i pjeskovitim obalama u pojasu oseke i plime. Gnijezdi jedanputa godišnje od travnja do kolovoza, ovisno o podvrsti. Gnijezdo gradi u gustoj niskoj vegetaciji na tlu ili busenu trave u

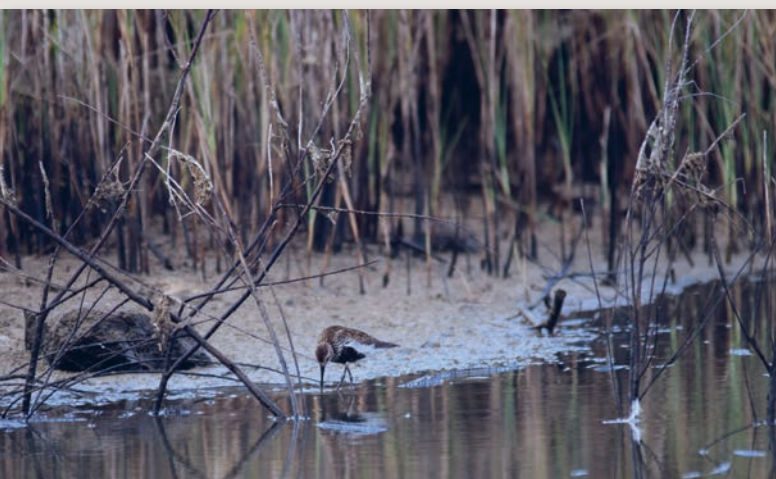


Karakteristični crni trbuh tijekom ljetnog perioda i crni umjereno dug, blago prema dolje savijen kljun

obliku zdjele od vlaknaca korijena i slamčica te ga iznutra oblaže lišćem. Nese 4 (5) zelenkastih jaja koja su gusto prošarana s tamnim mrljama i pjegama. Veličina jaja je oko 25 x 35 mm. Na jajima sjede ženka i mužjak oko tri tjedna. Mladi ptici su potrkusi koji se osamostale za oko dvadesetak dana kada postanu sposobni za letenje. Hrane se najčešće insektima i njihovim ličinkama, te planktonskim račićima, pužićima, školjkama, paucima i sjemenkama.

U Hrvatskoj je redovita zimovalica (u priobalju i izuzetno rijetko u panonskom dijelu) i preletnica (u priobalju i kontinentalnom dijelu) prisutna od kraja srpnja do svibnja. Dolazi pojedinačno ili u manjim jatima, te u jatima s drugim žalarima na područjima uz morske obale, ušća rijeka, solane, slanuše, te ribnjake, taložnice i močvarna područja kontinentalnog dijela. Na zimovanju i kao preletnica zabilježena je nominalna podvrsta, a kao preletnica *C. a. alpina* i izuzetno rijetko *C. a. schinzii*, čiji se uobičajeni selidbeni putevi nalaze sjevernije i zapadnije od Hrvatske. Postgnijezdeća selidba traje od srpnja pa do studenoga, a proljetna od ožujka pa do svibnja.

Žalar cirikavac je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj. Prema crvenom popisu ptica Hrvatske preletnička populacija je stabilna (LC), a zimujuća je ugrožena (EN), dok je europska populacija stabilna (LC) sa stabilnim populacijskim trendom.



U potrazi za hranom na ninskim solanama krajem srpnja 2023. godine

# PREMUŽIĆEVA STAZA – 90 GODINA NAKON IZGRADNJE

*Mr. sp. Mandica Dasović*



Nema onog tko se na spomen Velebita, tog hrvatskog Olimpa, odmah ne sjeti i Premužićeve staze. Kao žila kuca-vica proteže se njegovim vrhovima, da bi se granala u sporedne staze i puteve, omogućivši svakom dobronamjerniku koji želi osjetiti ovu planinu da uistinu to i doživi. Ona je hrvatski planinarski objekt jedinstven u Europi. Ove godine se navršava 90 godina od završetka njene izgradnje 1933. godine.

Na prijedlog Hrvatskoga planinarskog saveza, Ministarstvo kulture je 2009. godine Premužićevu stazu uvrstilo u Registar kulturnih dobara od nacionalnog značenja. Ovo građevno remek-djelo jednog šumara, to zaista i zaslužuje.

A kako je sve počelo? Idejni začetnik gradnje Premužićeve staze bio je dr. Ivan Krajač, istinski zaljubljenik u Velebit i njegove vrleti. Kao predsjednik Hrvatskoga planinarskog društva posjećivao je Velebit, a u zajedničkim izletima s Premužićem dijelili su svoje vizionarstvo i ideje kako olakšati život ljudima koji su živjeli na ovoj planini, ali i kako omogućiti prolaz kroz, za ono vrijeme, nepristupačne krševite predjele.

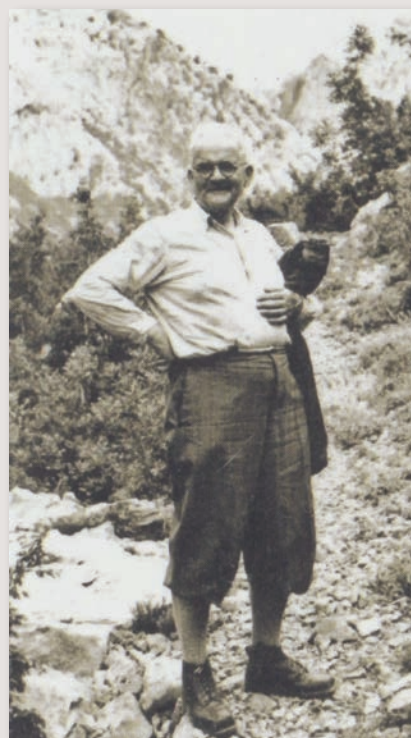
Ante Premužić tada je radio kao šumarski inženjer u Direkciji šuma na Sušaku, pod čijom su ovlasti bile velebitske šume od Vratnika do Baških Oštarija. Suradnja Krajača i Premužića počela je istraživanjem Rožanskih kukova i izgradnjom Rossijeva skloništa 1929. godine. To je bio početak pristupa i otvaranja Rožanskih kukova, jer su kroz njihov ljuti krš do tada mogli proći samo vješti planinari.

Ideja dr. Ivana Krajača, njegovo vizionarstvo o izgradnji uzdužnoga turističkog puta od Zavižana do Baških Oštarija, nadahnule su Premužića i krenuo je s projektiranjem i gradnjom staze uzduž Velebita. Kako bi se osigurala materijalna sredstva od pretpostavljenih, postavljena su dva uvjeta : a) da staza mora služiti velebitskom stanovništvu kao prometnica, b) kako je namijenjena planinarima, mora prolaziti kroz ili uz najljepše predjele planine.

Po odobrenju Ministarstva šuma i ruda Kraljevine Jugoslavije, izgradnja staze započela je 1930. godine i to na dionici po srednjem Velebitu od Alana prema Dabarskoj kosi, koja je završena u listopadu te iste godine. Put kroz Rožanske kukove građen je 1931. godine, a to je bio i najzahtjevniji dio izgradnje zbog zahtjevnog terena i teške opskrbe vodom i hranom. Sljedeće, 1932. godine pristupilo se daljnjoj izgradnji, ali do kolovoza iste godine Direkciji šuma na Sušaku nisu doznačena obećana sredstva, te je došlo do zastoja

u izgradnji staze. Banska uprava Savske banovine u ljeto 1932. godine doznačila je potrebna sredstva, radovi su nastavljeni, ali stazu nije bilo moguće završiti prije zime, pa je ista završena sljedeće, 1933. godine. Ivan Krajač uvelike se zalagao za pribavljanje sredstava i pratio dinamiku izgradnje staze.

Nakon puno uloženog truda ostvarena je skoro nemoguća vizija izgradnje staze duž Velebita od Zavižana do Baških Oštarija. To je spomenik graditeljskog umijeća i najatraktivnija staza u Hrvatskoj, za koju znaju brojni planinari i ljubitelji prirode iz cijelog svijeta koje se može sresti na stazi. Najatraktivniji dio staze je kroz teško prohodne Rožanske kukove. Hodajući stazom pružaju se impresivni vidici prema moru, kao i na neobične stijene, vrtače i škrape s ličke strane. Nalazite se u srcu Velebita i čujete njegove otkucaje. Premužićeva staza duga je 57 km, široka 1,2 metra, prolazi najatraktivnijim predjelima Sjevernog i Srednjeg Velebita. Započinje u NP Sjeverni Velebit kod Zavižana, prolazi kroz Strogi rezervat Hajdučke i Rožanske kukove, preko Alana



Slika 1. Ante Premužić u vrijeme izgradnje staze (slika M. Dasović)





Slika 2. Početak Premužičeve staze od strane Zavižana (slika M. Dasović)

prolazi kroz PP Velebit i završava na Baškim Oštarijama. Radi lakšeg prolaza stazom izvedeni su podzidi i mostovi u suhozidu, a negdje je staza uklesana u samu stijenu. Popločana je kamenom koji se nalazio na i oko staze. Graditelji nisu izbjegavali teški teren, nego su ga savladavali. Staza je stalno na podjednako nadmorskoj visini od cca 1500 metara, s najvećim nagibom od 12 %, (osim stubišta podno Crikvene).

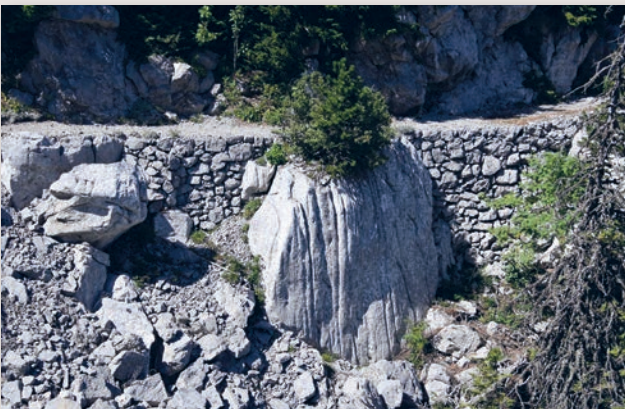
Velebit je u to doba, u prvoj polovici 20. stoljeća bio nepoznat i neistražen, ali ljeti (od početka lipnja do kraja rujna) je bio prepun stoke i podgorskih stočara. Ljetni primitivno sklepani stočarski stanovi bili su centar života na Velebitu. Upravo su ti domaći ljudi, s iskustvom izgradnje suhozida i poznavanjem čudi Velebita, bili voljni uključiti se u izgradnju staze. Staza se radila u vrijeme velike ekonomske krize, raditi na njoj izgradnji za stanovništvo toga kraja značilo je imati redovan mjesečni prihod, što je omogućavalo prehranjivanje brojne obitelji. U Hrvatskom planinaru br. 1/2000. (str. 21–22) objavljen je razgovor Frane Brukete s Ivanom Miškulinom, posljednjim živućim graditeljem Premužičeve staze. Iz tog razgovora dolazi se do sljedećih podataka: „U kumpaniji nas je bilo najčešće četrnaest. Radilo se od zore do mraka. Počeli bi čim bi svanulo, a završavali



Slika 4. Prolaz Premužičeve staze kroz teško pristupačan teren (slika M. Dasović)

sa zalaskom sunca. Gradili smo stazu u okomitim stijenama i do 40 metara visokim. Bilo je opasno i teško. Minirali smo metar po metar. ...Bili smo plaćeni 22 dinara po dužnom metru izgrađenog puta. Ponekad smo na dan napravili samo jedan metar, a ponekad i 40 metara. Jedno je pokrivalo drugo. Plaća je bila redovita i dobra. Premužić je često dolazija na gradilište, obilazija nas. „Alzo, kako je“ bile su njegove riječi. Bio je to divan čovjek; dilija s nama dobro i zlo.“ Rečenica dr. Ivana Krajača objavljena u Hrvatskom planinaru najviše govori o stazi:

“Tko bude u budućnosti ovim lijepim i komodnim putem prolazio, jedva će si moći da predstavi trud i napore, koje su morali da podnesu prvi pioniri, koji su se kretali ovim teško prohodnim terenom bez ikakvih staza...”



Slika 3. Dio Premužičeve staze s podzidom (slika M. Dasović)



Slika 5. Premužičeva staza kroz velebitske šume (slika M. Dasović)





Slika 6. Spomen – natpis uklesan 1979. godine u stijenu pored Premužićeve staze po uzoru na rimski „Pisani kamen“ kod izvora Begovača (slika M. Dasović)

Tko je bio Ante Premužić po kojemu je staza dobila ime, tko je taj Slavonac koji je ostavio neizbrisiv trag na ovoj ličkoj planini?

Ante Premužić rodio se u Slavanskom Kobašu 11. siječnja 1889. Zvanje šumarskog inženjera stekao je 1913. godine na Šumarskoj akademiji u Zagrebu. Službovao je na raznim mjestima, a 1926. godine premješten je u Direkciju šuma na Sušaku, gdje ostaje do 1935. godine. Za vrijeme svoje službe na području Kvarnera i ličkog krša bavi se izgradnjom cesta i puteva. Od 1935. godine bio je zaposlen u Odjelu za šumarstvo Banske uprave u Zagrebu, gdje radi na uređenju bujica, a od 1948. do umirovljenja 1950. godine boravi u Splitu radeći u Saveznom institutu za pošumljavanje i melioraciju Krša. Istaknuo se kao vrstan projektant i graditelj brojnih šumarskih i planinarskih puteva na otocima Rabu, Pagu i Krku, u NP Plitvička jezera, Čabru i još mnogim manjim ili većim mjestima na koje ga je odveo posao šumara.

Koliko je ovaj Slavonac volio Velebit, kako je doživljavao šumu i što mu je značila, možemo doznati iz izvotka njegove knjige „Seljačko gospodarstvo na kršu“:

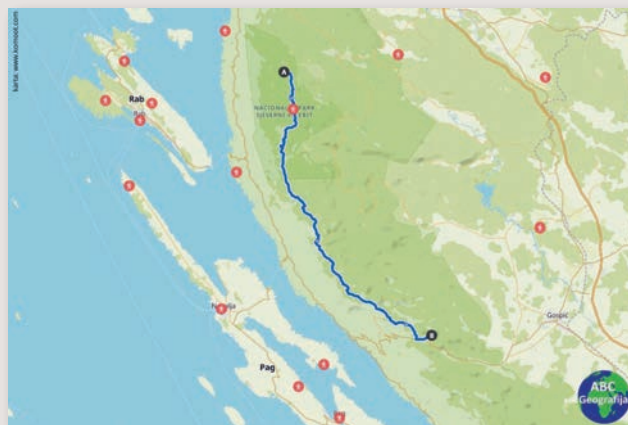
„...Računajmo s time, da ni školovani šumar ni agronom ne može pravo pojmiti ni znati, što njihovi gojenici, šumsko drveće i gospodarsko kulturno bilje, mogu i moraju vani na otvorenom podnijeti, ako i za najžešće ljetne žege i pripeke, a i za najžužasnijeg zimskog vremena i snježne vijavice ne običu barem koji puta u tom pogledu najizloženije točke terena i područja na kojemu rade. Znalo me stoga po buri



Slika 7. Pogled prema moru s Premužićeve staze (slika B. Meštrić)

i vijavici biti na vrhovima Velebita preko 1600 metara i o Božiću i Novoj Godini, kad su se na stanicama Malovan ili Zrmanja splitski vlakovi smrzavali i na tjedne u snijegu ostajali. Tri dana pred Božić jedne godine bio sam za jedne jake suhe burne vijavice na vrhuncu Velikog Zavižana (1677 m) da vidim kako je u to doba onim tankim saonastim bukvicama, što su se kao gusta šumica zobile po pristrancima i bočinama vrha, a kako je planinskom klekavom boru pri samom vrhu. Dakako da sam sobom nosio i toplomjer, da ozebao ne nabrojim napamet više stupanja zime ispod ništice, nego što ih uopće ima. Istraživao sam dakako i ljeti, jer ljetna primorska pripeka ne imponira više ni razmaženim gradskim gospodicama, a šumaru je i agronomu ljeto glavna radna hora kao i seljaku.“

Premинуo je u Zagrebu 30. studenog 1979. u dobi od 90 godina. Interesantno da je tad bio najstariji šumar u Hrvatskoj. Bio je dugogodišnji član HŠD-a, član Upravnog odbora, a od 1936. do 1940. godine i tajnik Društva. Godine 1940. primljen je kao član utemeljitelj HŠD-a, a 1976. godine Društvo mu dodjeljuje Zlatnu medalju i diplomu. Proglašen je počasnim članom Šumarskog društva Senj.



Slika 8. Trasa Premužićeve staze (izvor [www\\_komoot.com](http://www.komoot.com))



# SUSRET EUROPSKE ŠUMARSKE MREŽE U HRVATSKOJ 2023. GODINE

*Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.*

Hrvatsko šumarsko društvo bilo je domaćin ovogodišnjega susreta Europske šumarske mreže - European Forestry Network (EFN). EFN je neslužbena mreža nacionalnih šumarskih društava i udruženja Europe. Glavni cilj mreže je promicanje razmjene informacija relevantnih za šume, šumarstvo i šumarsku politiku među svojim članicama. Na prošlogodišnjem rujanskom susretu na Islandu (vidi Šumarski list 5-6/2023 „Susret Europske šumarske mreže u državi bez šuma – Islandu“) dogovoreno je ovogodišnje mjesto susreta u Hrvatskoj od 21. do 24. rujna 2023.

Šumarski predstavnici, njih 17, iz devet europskih država okupili su se u večernjim satima 21. rujna u Šumarskom domu u Zagrebu. Na skup su stigli: *Austrija* – Johannes Wohlmacher, predsjednik Austrijskoga šumarskog društva (*Österreichischer Forstverein, eng. Austrian Forest Society*), Gerhard Pelzmann, generalni direktor Štajerskoga šumarskog društva i Bertram Blin, član Uprave Štajerskoga šumarskog društva (predsjednik Austrijskoga šumarskog društva od 1989. do 2009. godine), *Bosna i Hercegovina* – Marijan Lozančić, član Upravnog odbora Udruženja inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine, *Hrvatska* – Igor Anić, predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva, Stjepan Mikac, predsjednik sekcije HŠD-a Pro Silva Croatia, Oliver Vlainić, tajnik HŠD-a i Branko Meštrić, web urednik Šumarskog lista i internetske stranice HŠD-a, *Island* – Ragnhildur Freysteinsdóttir, urednica web medija i pomoćnica urednika Šumarske publikacije Islandskoga šumarskog udruženja (*Skógræktarfélag Íslands, eng. Icelandic Forestry Association*), *Mađarska* – András Kovács, voditelja projekata Mađarskoga šumarskog udruženja (*Országos Erdészeti Egyesület, eng. National Forestry Association*), *Njemačka* – Malte Campsheide, generalni direktor Njemačkoga šumarskog društva (*Deutscher Forstverein, eng. German Forest Society*), *Poljska* – Dariusz J. Gwiazdowicz i Jerzy Modrzyński, predstavnici Poljskoga šumarskog društva (*Polskie Towarzystwo Leśne, eng. Polish Forest Society*), *Škotska* – Peter Tærø Nielsen i Joana Iwanowska-Nielsen, predstavnici Kraljevskoga škotskog šumarskog društva (*Royal Scottish Forestry Society*) i *Švedska* – Johan Larsson, glavni tajnik Švedskoga šumarskog društva (*Föreningen Skogen, eng. Swedish Forestry Society*) i glavni urednik švedskoga šumarskog časopisa Skogen (Šuma) te Karin Lepikko, novinarka časopisa Skogen. Uz piće dobrodošlice

gostima su uručene platnene torbe sa suvenirima HŠD-a (majica, kapa, USB stik, olovka, privjesak i brošura-magnet HŠD) koje im je podijelila Ana Žnidarec, „Katica za sve“ u Stručnim službama HŠD-a. Nakon opuštenog početka predsjednik HŠD-a akademik Igor Anić pozdravio je sve sudionike i u kraćoj prezentaciji dočarao im povijest i sadašnjost Hrvatskoga šumarskog društva, Šumarskog doma i hrvatskog šumarstva. Branko Meštrić pokazao im je fotografije s posljednjeg susreta održanog u Hrvatskoj 2010. godine. Velik interes izazvala je digitalna i stvarna knjižnica HŠD-a sa izdanjima iz zemalja sudionica, a posebice najstarija knjiga u knjižnici iz 1732. godine (*Hannß Carl von Carlowitz: Sylvicultura Oeconomika oder haufßwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht*). U prvom izdanju te knjige iz 1713. godine autor je prvi upotrijebio izraz „održivost“, bez čega je danas nezamislivo šumarstvo, a i život na planeti Zemlji. U neformalnom druženju prošao je ostatak prvoga dana skupa.

Drugi dan ujutro 22. rujna svi sudionici skupa, 13 iz inozemstva i 4 iz Hrvatske, okupili su se ispred Šumarskog doma na Trgu Mažuranića i ukrkali u autobus Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije stvari za putovanje i terenske obilaskе sljedeća tri dana. Putnicima se pridružio i Marko Orešković, mag. ing. silv., stručni suradnik Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Vozač autobusa je stari poznanik s mnogih šumarskih putovanja Marijan Mikac, s čijim je sigurnim i mirnim vožnjama zadovoljstvo putovati. Uz jedno stajanje na putu prije Slunja,



Podsjetnik na okupljanje EFN u Hrvatskoj 2010. godine



Prezentacija predsjednika akademika Igora Anića

u planirano vrijeme stiglo se do lugarnice Čorkova uvala u sklopu Nacionalnog parka Plitvička jezera. Nakon kratke okrjepe krenulo se pješice do jelovo-bukove prašume Čorkova uvala. Tamo je izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac u zanimljivoj prezentaciji pokazao sudionicima rezultate znanstvenog istraživanja silvidinamike i pohrane ugljika u bukovo-jelovoj prašumi Čorkova uvala. Nakon rasprave o izloženom te skupnih fotografija u novim majicama HŠD-a u šumi i ispred lugarnice krenulo se na ručak uz plitvičku cestu. Juha, teletina ispod peke i palačinke u restoran Gurman (Selište Drežničko) dodatno su dopunile svim sudionicima skupa odličan dojam dotadašnjeg doživljaja u prašumi. Popodnevni dio programa bio je ispunjen obilaskom prekrasnih Plitvičkih jezera. Vizualni užitak dopunio je izvrsnim opisom Plitvičkih jezera, njihovom nastanku, hidro-

logiji, biljnim zajednicama i odgovorima na sva postavljena pitanja voditelj Odsjeka prezentacije nacionalnog parka Krešimir Čulinović, dipl. ing. šum. Uz dosta šetnje i vožnje brodom po jezeru vrijeme je brzo prolazilo, pa je bilo nešto kašnjenja po satnici programa do smještaja u Gospiću u restoranu Maki. Tamo su spremno čekali sljedeći domaćini: voditelj Uprave šuma Podružnice Gospić Mario Stilinić, dipl. ing. šum., dopredsjednica HŠD-a mr. sp. Mandica Dasović, dipl. ing. šum. i predsjednica Ogranka Gospić Valentina Kulaš, dipl. ing. šum. Uz još jedan odličan gastronomski doživljaj obilne večere i opuštene razgovore svih sudionika, završio je drugi dan skupa.

Treći dan 23. rujna započeo je obilaskom Memorijalnog centra „Nikola Tesla“ u Smiljanu. Uz odlično stručno vodstvo svi sudionici bili su oduševljeni viđenim i zadovoljni što su saznali o svjetskom velikanu, a neki, u replici Teslinog laboratorija iz Colorado Springsa, „bez posljedica“ isprobali demonstraciju bežičnog prijenosa električne energije. Sljedeća postaja bilo je sjedište Javne ustanove „Parka prirode Velebit“ u Gospiću. Stručna suradnica Parka Antonija Jurković, mag. ing. silv., nakon pozdrava u ime Javne ustanove, održala je kraću prezentaciju o Parku i zaštićenim objektima prirode u sklopu Parka. Program je dalje vodio na Baške Oštarije. Na vidikovcu na Oštarijskom sedlu ili Starim vratima, (927 m n. v.) pokraj Kubusa, spomenika gradnji ceste Karlobag – Gospić preko Velebita, sudionici su uživali s jedne strane u pogledu na Jadransko more i najbliži otok Pag te primorsku vegetaciju, a s druge strane u pogledu na vrhove Velebita i planinsku vegetaciju. Akademik Igor Anić objasnio je uvjete koji utječu na for-



Veliki interes za najstariju knjigu u knjižnici HŠD-a





Polazak na teren ispred Šumarskog doma u Zagrebu



Sudionici susreta EFN kod lužarnice Čorkova uvala



Moderatori susreta Marko Orešković, Stjepan Mikac i Igor Anić



U prašumi Čorkova uvala NP Plitvička jezera





Krešimir Čulinović voditelj u obilasku NP Plitvička jezera



Predstavljanje vodstva UŠP i Ogranka Gospić Valentine Kulaš, Marija Stilinovića i Mandice Dasović

miranje vegetacije i posebno napomenuo poznatu velebitsku buru. Nešto niže u samim Baškim Oštarijama, uz spomenik Šumariji Oštarije osnovanoj 1765. godine, pokazana je najstarija hrvatska šumarska rukopisna karta Ličke pukovnije iz 1764. – 1765. godine. Nakon rastvaranja karte mnogima se oteo uzvik oduševljenja. Uz spomenik je snimljena i zajednička fotografija. Na ručku sudionicima skupa pridružili su se upravitelj Šumarije Karlobag Ivan Tomljenović, dipl. ing. šum. i revirnik Milan Štajdohar, dipl. ing. šum. Poslije još jednog obilnog i ukusnog obroka u hostelu Sv. Rok put je vodio prema Senju. Autobus je zastao na jednom ugibalištu da bi putnici još jednom pogledali i snimili otok Pag duž Velebitskog kanala, dok je iz smjera sjevera stizala kiša u koju se ušlo kada se spustilo na Jadransku magistralu. Po dolasku u Senj parkiralo se uz tvrđavu Nehaj, simbol grada, nekadašnje uporište senjskih uskoka. Danas je u tvrđavi muzejski postav s više zbirki, a sastavni je dio Gradskog muzeja Senj. Tu se sudionicima pridružio voditelj UŠP Senj i gradonačelnik grada Senja Jurica Tomljanović, dipl. ing. šum. S njim su bili i revirnici Šumarije Senj Petar Prpić, dipl. ing. šum. i Marko Krmpotić, dipl. ing. šum. Nakon kratke okrjepe i obilaska tvrđave uz stručno vodstvo uslijedio je odmor za šetnju gradom, a neki su je iskoristili i za kupanje. Završni dio programa na području UŠP Senj bio je u Senjskoj Drazi na predjelu Orlovo gnijezdo. U terenskoj šetnji sastojinama crnog bora i hrasta medunca akademik Igor Anić objasnio je povijest pošumljavanja Senjske Drage i promjene, što je formiranjem šume pozitivno utjecalo na sprječavanje erozije i bujičnih poplava koje su ranije ugrožavale grad Senj. Praćeni



U obilasku Memorijalnog centra Nikola Tesla u Smiljanu





Prezentacija u Parku prirode Veležbit

kišom, koja srećom nije padala dok se boravilo na terenu, sudionici su u večernjim satima stigli na večeru i smještaj u NPŠO Zalesina Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije.

Posljednji dan susreta 24. rujna predviđao je prezentacije svih država sudionica. Svatko je izabrao temu koju je želio. Teme prezentacija bile su raznolike od aktualnih aktivnosti šumarskih društava preko okupljanja mladih šumara, prilagodbe vrsta klimatskim promjenama, trgovanja ugljikom do problema miniranosti šumskih površina u Bosni i Hercegovini.

Prvu prezentaciju održala je predstavnica Islandskoga šumarskog udruženja Ragnhildur Freysteinsdóttir. Osim kratkih podataka o samom udruženju, koje je savez više od 60 društava s preko 7.300 članova, navela je što se događalo

u islandskom šumarstvu od susreta EFN-a 2022. godine. U 2023. godini došlo je do spajanja Islandске šumarske službe sa Službom za očuvanje tla. Između te dvije službe postoje neke kontradiktornosti, jer Služba za očuvanje tla ne gleda baš blagonaklono na šumarstvo, pa će budućnost pokazati kako će tek ujedinjena služba funkcionirati. Uz to pojavila se nova ekološka organizacija pod nazivom Prijatelji islandске prirode, koja se protivi povećanju površine pod šumama na Islandu, iako je tamo šumovitost samo 2 %. Utjecaj klimatskih promjena na Islandu je vidljiv kroz veća sušna razdoblja i pojavu invazivnih štetnika.

Sljedeću prezentaciju s temom „Škotsko tržište ugljika“ održao je predstavnik Kraljevskoga škotskog šumarskog društva Peter Tærø Nielsen. U cilju smanjenja zagrijavanja planeta



Kod Kubusa na Baškim Oštarijama



Prezentacija najstarije hrvatske šumarske karte na Baškim Oštarijama





Kod spomen obilježja Šumariji Oštarije

Zemlje uslijed povećanja količine CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih razvijaju se načini uklanjanja CO<sub>2</sub> iz atmosfere, a prirodno uklanjanje je najjeftinije, u što spada i pošumljavanje. Danas se razvijaju projekti šumskog ugljika za koje postoje karbon-ski krediti kojima se može trgovati na tržištu ugljika. Trenutno se cijena kredita kreće između 17 i 25 britanskih funti, ali se očekuje povećanje cijene. U EU se radi na zakonodavstvu trgovine ugljikom. Predviđa se porez na ugljik kojim bi se utjecalo na ponudu i potražnju u trgovini.

Prezentaciju sa specifičnom temom, koja tišti Bosnu i Hercegovinu, o obnovi šuma i problemima uslijed miniranosti šuma u BiH od 1995. godine iznio je Marijan Lozančić, dipl. ing. šum. Podaci su se odnosili na tvrtku u kojoj je zaposlen, na Šumskogospodarsko društvo „Hercegbosanske šume“ d. o. o. Kupres. Od ukupne površine 284 tisuće ha 35 tisuća ha ili 12 % je pod minama. Do danas je očišćeno samo 13 % miniranih površina. Na miniranim površinama postoje brojni problemi. Tako je nemoguće djelovati u slu-



U kuli Nehaj u Senju





Zahvala voditelju UŠP Senj i gradonačelniku grada Senja Jurici Tomljanoviću

čaju šumskih požara. U 2017. godini izgorjelo je 23 tisuće ha šumskih površina. Isto je onemogućena reakcija u slučaju veće pojave bolesti i štetnika, kao i sanacije vjetroлома i snjegoloma. Zbog nedostupnosti ne obavljaju se uzgojni radovi, šume postaju prezrele i manje zdrave, smanjena je proizvodnja drvne mase te općekorisna funkcija šuma. Posljednjih 15 godina tvrtka je uložila oko 5 milijuna eura vlastitih sredstava u proces razminiranja te je dostupna površina povećana za 4.840 ha. Tim tempom potrebno je još 90 godina za potpuno razminiranje. Ova je prezentacija dojmila sve sudionike i potakla na razmišljanje o pomoći u razminiranju.

Glavni tajnik Švedskoga šumarskog društva Johan Larsson prezentirao je svoje Društvo te švedske šume i šumarstvo. Švedsko šumarsko društvo osnovano je 1882. godine, a da-

nas ima oko 7 tisuća članova. U vrijeme osnutka Društva velika većina šuma u Švedskoj bila je opustošena sječom, rudarenjem i ispašom stoke. Društvo je danas neovisna udruga s ciljem unaprijeđenja švedskog šumarstva, a međunarodna suradnja je važan segment djelovanja. Časopis Društva Skogen (Šuma) izlazi od 1914. godine. U Švedskoj šume pokrivaju 28 milijuna ha, što čini šumovitost države od 70 %. Obična smreka i obični bor sudjeluju svaka s po 40 % u udjelu vrsta drveća, breza s 12 % i preostale bjelogorične vrste s 8 %. Pod zaštitom se nalazi 25 % šuma. Ukupno ima preko 311 tisuća vlasnika šuma. U strukturi vlasništva privatni vlasnici imaju 49 % šuma, društva s ograničenom odgovornošću u privatnom vlasništvu 24 % šuma, društva s ograničenom odgovornošću u vlasništvu švedske države 12 % šuma, država 8 % šuma, ostali privatni vlasnici 6 % šuma i ostali vlasnici 1 % šuma. U Švedskoj se primjenjuje jednodobno i raznodobno gospodarenje. Veliku ulogu ima Udruga vlasnika šuma koja postoji skoro 100 godina. Udruga pomaže svojim članovima u povećanju profitabilnosti gospodarenja šumom i prodaji drveta. Posjeduje i vlastitu drvnu industriju, ali prodaje drvo i ostaloj drvnoj industriji. Kao i drugdje i u Švedskoj je aktualan izazov prilagodba klimatskim promjenama. Održivo skladištenje ugljika postiže se kroz održivo gospodarenje šumama. Važan aspekt uporabe drveta je korištenje cijelog stabla. Ulažu se znatna sredstva u istraživanje. Šumu se prikazuje kao atraktivno mjesto za zapošljavanje.

Predstavnik Poljskoga šumarskog društva Dariusz J. Gwi-azdowicz predstavio je sadašnjost i buduće izazove šuma i šumarstva u Poljskoj. Šume pokrivaju 30 % površine Poljske. Površina šuma u Poljskoj povećava se svake godine od



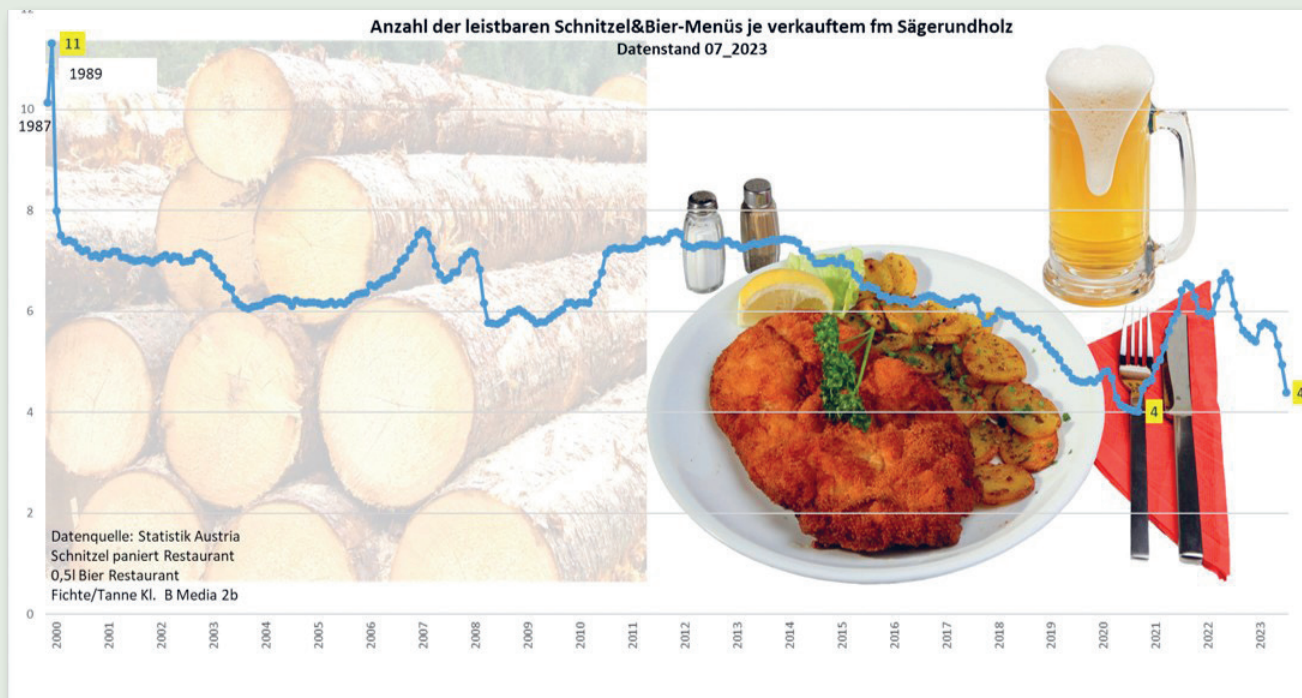
Na vidikovcu Orlovo gnijezdo



Prezentacije u NPŠO Zalesina

1945. godine kada je šumovitost iznosila 21 % površine. Prethodno je smanjena s 40 % koliko je iznosila 1700. godine. Ukupna površina šuma iznosi 9,3 milijuna ha. Najveći vlasnik šuma je država sa 7,2 milijuna ha ili 77 % svih šuma. Privatni vlasnici posjeduju 18 % šuma, pod nacionalnim parkovima je 2 % šuma, drugi državni vlasnici

imaju 0,9 % šuma, isto toliko i općine, a preostalih 2 % šuma je pod ostalim privatnim vlasnicima. Godišnji prirast svih šuma je 35 milijuna m<sup>3</sup>. Po vrstama drveća dominira obični bor s 59 %, a zatim su hrast s 8 %, breza sa 7 %, smreka sa 6 %, bukva sa 6 %, joha sa 6 %, jela i druga crnogorica s 4 % te topola i druga bjelogorica s 4 %. Iako crno-



Austrijski Big Mac index





Prezentacija Stjepana Mikca

gorica prevladava sa 69 %, udjel bjelogorice se povećava nakon 1945. godine. Po starosti najveći udjel imaju šume između 41 i 80 godina. Klimatske promjene izazov su za poljske šumare. Vremenske nepogode, požari i potkornjaci negativno utječu na šume. Stalno se povećava udio suhih stabala u sječi. Također raste broj šteta u šumi od divljači. Više od 87 milijuna eura godišnje se ulaže u zaštitu šuma, a od toga 23 milijuna eura za zaštitu od požara. Postoji flota od 40-50 patrolnih i protupožarnih zrakoplova i helikoptera. Od 1990. godine uporaba drva po stanovniku u Poljskoj se udvostručila. Poljska je jedan od europskih lidera po količini ugljika vezanog u drvnjoj biomasi u šumskim područjima, koja iznosi 886 milijuna tona, što Poljsku stavlja na četvrto mjesto u EU. Godišnje prosječno 3,7 milijuna ljudi sudjeluje u edukativnim radionicama sa šumarima. Bez obzira na uloženo u edukaciju postoje protesti protiv šumara.

Generalni direktor Štajerskoga šumarskog društva Gerhard Pelzmann, kao član austrijske delegacije, održao je prezentaciju o Austrijskom šumarskom društvu. Prikazao je aktualne projekte kojima se Društvo bavi. Prvi projekt je pokusna sadnja vrste Pinus cembra na Islandu gdje je dosada uzgojeno 3 tisuće biljaka, a sadnja će trajati do 2025. godine. Drugi projekt je Austrofoma nagrada za inovacije u suradnji s Organizacijskim odborom sajma Austrofome i Poljoprivrednom komorom u Štajerskoj. Na ovogodišnjem sajmu dodijelit će se četiri nagrade za najinovativnije proizvode. Treći projekt je izdavanje knjige „Žene u šumarstvu u šumskim i planinskim selima Turske“ priređene od teh-

ničkog odbora za „Povijest šumarstva“ Austrijskoga šumarskog društva. Uspješna znanstvena suradnja između Turske i Austrije traje preko 100 godina. Stav Austrijskoga šumarskog društva iskazan je pod nazivom „Energetsko iskorištavanje drva“ kao odgovor na optužbe raznih interesnih skupina i nešumskih „znanstvenika“ koji se protive gospodarenju šumama i zalažu se za veću zaštitu. Usvajanjem Zakona o fondu za šume od 7. srpnja 2020. doneseno je 10 mjera za austrijske šume s obujmom ulaganja od 350 milijuna eura do 2027. godine, ali s potrebom za produženje i nakon toga roka. To je jedan od najvećih paketa mjera za austrijske šume koje su ikada imali. Ciljevi mjera su naknada šumovlasnicima za gubitak vrijednosti uzrokovanih štetama od potkornjaka, razvoj šuma prilagođenih klimi i promicanje bioraznolikosti u šumama te povećano korištenje resursa drva kao aktivnog doprinosa ublažavanju klimatskih promjena (CO<sub>2</sub>-bonus). Ostvaren je dijalog između šumarstva i lovstva. Prepoznata je sistemaska važnost lova u vrijeme pandemije korona virusa. Dogovorena je uspostava tečaja za certificiranog „Drvnog i lovnog pedagoga“. Modernizira se stručna obuka lovaca. Na drvnom tržištu trenutno su niže cijene i smanjena je potražnja za oblim drvetom. Na području Tirola i Koruške bile su velike vremenske nepogode i došlo je do povećane pojave potkornjaka. Jako je zanimljiv prikaz tzv. „Austrijskog Big Mac Indexa“ koji se dobije preko odnosa cijene bečke šnicle i piva prema cijeni prodanog m<sup>3</sup> trupca. Dok je taj indeks 1989. godine bio 11 puta veći u korist vrijednosti m<sup>3</sup> trupca, oko 2000. godine je pao na vrijednost 8 da bi ove godine



bio tek nešto viši od 4. Najniža vrijednost indeksa bila je 2020. godine u vrijeme pandemije korona virusa s omjerom 4. Zaključak je kako visoka cijena oblovine ne znači automatski i visoke prihode za šumoposjednike.

U ime Njemačkoga šumarskog društva prezentaciju je održao generalni direktor Udruženja Malte Campsheide. Njemačko šumarsko društvo osnovano je 1899. godine i savez je 11 državnih šumarskih društava s preko 6 tisuća članova. Tema prezentacije bila je „Mreža mladog šumarstva (Young Forest Network)“, organizacije unutar Njemačkoga šumarskog društva, osnovana 2017. godine kao potpora Društvu. Zamišljena je kao mjesto okupljanja mladih šumarskih stručnjaka (maksimalno do 40 godina, trenutno prosječna starost 27 godina) u Njemačkoj. Ima 1.470 članova (36 % žena, 64 % muškaraca) sastavljenih od studenata i mladih stručnjaka koji sada čine 30 % ukupnog članstva Društva. Geslo joj je „Jer šumi trebaju mladi“. Strukturno je organizirana kao Njemačko šumarsko društvo na saveznoj, državnoj i sveučilišnoj razini. Svih 11 država imaju svoga predstavnika kao i sveučilišta na kojima se studira šumarstvo. Namjera Mreže je sljedeću generaciju šumara umrežiti, okupiti i međusobno upoznati. Mreža se zalaže za poštenu i otvorenu kulturu rasprave unutar i izvan šumarskog udruženja i platforma je za budući dijalog u šumarskoj industriji. Politički je neovisna, udružuje sve vrste posjednika i sve savezne države. Posvećena je temama vezanim uz šumarstvo, industriju i karijeru. Potiče razvoj mladih ljudi odozdo prema gore. Djeluje preko stručnih ekskurzija, online događaja, okruglih stolova i konferencija. Komunicira i informira preko društvenih mreža (Instagram, Facebook i LinkedIn), web stranice, biltena i časopisa proWald. Njemačko šumarsko društvo je trenutno

u tranziciji i to ostvaruje preko veće prisutnosti u svim vrstama medija i događanjima, poticanja otvorenosti rada i privlačenja novih članova, financijske potpore u aktivnostima te promjenom strukture organizacije boljom integracijom i boljom komunikacijom unutar nje.

Hrvatsku prezentaciju teme prilagodbe klimatskim promjenama na primjeru crnog bora iznio je Stjepan Mikac. Analizirana je biološka prilagodljivost crnog bora na recentnu i buduću klimu. Željelo se saznati je li crni bor dobar izbor za pošumljavanje sada i u budućnosti te može li se koristiti u ostatku Europe. Dendrokronološko istraživanje provedeno je na 10 lokacija, pet u Hrvatskoj, četiri u Bosni i Hercegovini i jedno u Crnoj Gori. Najveća starost istraživanih stabala kretala se od 144 do 426 godina. Zaključeno je kako je glavni limitirajući čimbenik rasta stabala crnog bora nedostatak vlage u ljetnom razdoblju, dok visoke proljetne temperature pogoduju ranom rastu crnog bora na svim istraživanim lokalitetima.

Sudionici susreta iskazali su zadovoljstvo organizacijom u Hrvatskoj. Za domaćina 2024. godine izabrana je Mađarska. Predstavnik Mađarskoga šumarskog udruženja András Kovács zahvalio se na ukazanom povjerenju za domaćinstvo i pohvalio Hrvatsku kao dobrog domaćina.

Kako bi se pojačala razmjena informacija unutar mreže, koristit će se alati na društvenim mrežama. Za sljedeći susret uputit će se pozivi šumarskim društvima koji se nisu pojavljivali posljednjih godina.

Na kraju treba iskazati zahvalu u pomoći oko suorganizacije susreta i to Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te Upravama šuma Podružnicama Gospić i Senj.



# ČLANAK IZ ŠUMARSKOG LISTA BR. 7/1893, STR. 276-280

## CIKLON U BANOVINI

*Nadšumar Teodor Basara*

Olujno nevrijeme koje je zadesilo Hrvatsku 19. srpnja ove godine uzrokovalo je veliku štetu na šumskim sastojinama o čemu je pisano u Riječi uredništva Šumarskog lista broj 7-8. Pregledom članaka u starim brojevima Šumarskog lista pronađen je opis jednog ciklona koji se dogodio isto u srpnju, ali 1892. godine. Opisi tadašnjih očevidaca te pojave odgovaraju opisima i današnjih očevidaca, tako da je očito kako su se takve ekstremne vremenske pojave javljale i ranije, samo ih današnje generacije nisu imale u svojoj memoriji. Članak se prenosi u izvornom obliku pisan jezikom toga vremena. Članak je napisao nadšumarnik Teodor Basara, upravitelj gospodarskog ureda Prve banske imovne općine u Glini od 1887. do 1911. godine.

*Prošle godine na 13. srpnja u 1 sat poslie podne harao je u I. banskoj imovnoj obćini silan ciklon, koji je velike štete počinio.*

*Pošto mnogim čitateljem djelovanje ciklona poznato nije, nakanio sam djelovanje ciklona rečenoga dana u kratko opisati i to, gdje je započeo i kojim je pravcem prošao.*

*Po pripovjedanju jednog očevidca postao je ciklon najprije u bosanskoj dolini između Raštela-Oblaja i Raštela-Madžarevo brdo (bivše krajiške kordunske postaje proti Turskoj), te Vranogračac u Bosnoj, a odtud se je onda dalje razširio.*

*Dotični očevidac pripovieda, da je u to doba bilo liepo vrijeme, ali jaka sparina, te su se na jedanput smjerom od Vranograča i Petrovegore silni gusti oblaci počeli dizati i sve bliže jedan drugomu primicati, dok se nisu izpod Raštela-Oblaja sastali. Da je upravo tu početak ciklona bio; ustanovio sam tim, što se ondje prvi tragovi haranja opažahu.*

*Kad su se oblaci sastali, pali su tako nizko, da su zemlju posve zastrli, te u tom času je posve mrak nastao. Oblaci su se silno miješali uz veliku tutnjavu i sijevanje munje, dok se nisu napokon započeli vrtiti i označenim pravcem dodirajući zemlju dalje kretati.*

*Boja oblaka bila je strahovita, čas posve tamna, žuta i modra, čas opet bielkasta, a između tih boja odsjevala se je i crvena boja, te bi se kadkad ista ukazala, a pri tom sjevnula*

*bi munja, te pucalo bi onako po prilici, kao kad grom udari i kad grmi, ali ipak jače, nego kod obične oluje.*

*Oblaci su se sada u ogromnom stupu nad zemljom silnom brzinom i neopisivom bukom i šumom dalje kretali, a miješajući se silno, mijenjali su jur opisane boje slično, kao kad suklja dim iz dimnjaka željeznice ili kakove tvornice, dočim se je sav stup dvostruko u okrugu vrtio, te su u njemu munje tako sijevale i tako je pucalo, da je od velikog straha i veliko i malo u kuće bježalo. Iste životinje silno su rikale i bježale, te skrovište tražile.*

*Kod početne točke nije ciklon još velikom snagom harao, pošto je samo nekoliko jablana i inih voćaka oborio, te nekoliko krovova sa kuća skinuo, a tomu će biti valjda taj razlog, što ciklon nije našao na svom putu veće odporne sile.*

*Nu čim se je ciklon sve dalje vrtio i približavao državnoj šumi „Prolomu“, tim mu je rasla i snaga i šum sve to jače.*

*Očevidac, koji je u šumi „Tioćie“ tik šume državne „Proloma“ slučajno bio, kazivao je, da ga je silan vjetar takovom snagom gonio, da je morao sjesti, a kašnje i leći na zemlju, prem je taj crni oblak, koji se je vrtio kao kakav stup, od njega dosta daleko bio, te silno šumio, a iz oblaka je munja sjevala i strahovito pucalo.*

*Isti očevidac, neznajući od straha, što je, gledao je na taj oblak, kako se silnom brzinom i šumom sve bliže šumi približava, te kako god je taj stup kroz šumu dalje odmicao, tako se je progalina vidila, te kad je ciklon odmaknuo, opazi na svoje čudo, da se je za tili čas stvorio prosjek kroz šumu, te opazi i silnu količinu izčupana drveća, koje sa izčupanim korijenjem i zemljom u zrak strši.*

*Lomljevinu stabala nije čuo, a ni opazio, jer su oblaci tako tmasti i crni bili, da se nije ništa kroz oblak vidilo, samo kad bi sijevnulo i prasnulo, opazio bi crvenkastu, modru, žutu i druge boje, dočim je šum oblaka tako silan bio, da se lomljevinu stabala nije mogla ni čuti, jer je neprestano u stupu sijevalo, pucalo i grmilo.*

*Tako harajući, rušeć, čupajući i lamajući stabla prošao je ciklon kroz šumu „Prolom“, te se povukao preko sela Buzete u gornji Klasnić, gdje je šljive i druge voćke počupao, te unišao*

u šumu I. banske imovne občine „Vješala“, gdje je mjestimice sva stabla počupao ili prelomio, a mjestimice i to preko dosta velike površine samo pojedina stabla izčupao.

Od ovud skrenuo je u državnu šumu „Kamešnicu“ prema šumi „Popovomgaju“, gdje je počinio sličnu štetu, kao i u šumi „Vješala“, a iz te šume došao je na skrajne kuće sela Brestik i Tanovac (Maligradac), gdje je upravo silno harao i bijesnio.

Ovdje je do 40 kuća i zgrada tako rekuć posve razorio tako, da su tek kašnje brvna i ostalu gradju od kuća i staja po svih poljanah porazbacana nalazili, dapače ciklon je nekog seljaka, koji se je slučajno s polja kući vraćao, jedan leteći rog od krova u rebra udario, da je isti u nesvijest pao, te kašnje i dulje vremena bolovao.

Seljaci toga kraja pripovijedaju, da su planke i rogovi po zraku leteli kao da su od papira bili, no rušenje i nošenje, kao i čupanje i lomljenje voćaka nisu čuli, jer je oblak tako silno šumio, da su obeznanjeni bili, videć samo puklu pustoš na svoj užas.

Da je taj ciklon na veće mjesto sa zidanim kućama napao, teško da bi koja kuća čitava ostala, a koliko bi pri tom poginulo ljudi, ne bi se dalo ni ustanoviti.

U selih, u kojih je ciklon svoje užasno kolo zaigrao, pripovijedaju se strahoviti dogodjaji, koji su se zaista dogodili, kako se je kašnje ustanovilo.

U jednoj kući sleglo se je društvo uslied strašnog oblaka u kući i posjedalo oko vatre, kad najedanput opaze, da nad glavom ne ima kuće. Strah i šum bio je tolik, da nisu ni čuli ni opazili, kada je kuća u zrak dignuta izdaleko bačena i slomljena.

U njevoj kući bili su u štali za jasje privezani nekoliko volova i krava, te kad se je vjetar slegao, a oblaka nestalo, nestalo je š njim i štale, a stoka ostala je svezana za jasje, bez da je ozlijeđena.

Jednoga je seljaka uhvatio vihor i nosio oko dvie sto hvati i tu ga pustilo, opet ga uhvatilo i na protivnu stranu nosilo, te u nekakovo blato bacilo, i prem je u nesvijesti ležao, nije bio ipak ozlijeđen.

Isti seljak pripovijeda, dakako samo u svojoj mašti, da je vidio u oblaku jašeće ljude u crvenom odijelu, koji su upravo taj oblak i vodili. Ovako si je kukavac u onom-silnom strahu i uslied neopisive buke i šuma samo maštao, prem mu susedljani to vjeruju, te sad čvrsto drže, da su to domobranci bili. – Crvena boja oblaka bila je po svoj prilici od munje, a on si je u nesvjestici crveno obučen ljude utvarao.

Njeki seljak pako kupovao je u jeseni nešto kukuruza, da ga u lietu uz neku dobit preproda, a držao ga je u nekom hambaru. Ali ciklon odnio je taj hambar, razlomio, te kukuruz cijelim poljem prosuo tako, da nije mogao ni jedne litre na jednom mjestu skupiti, pošto su mu i ostale zgrade razrušene i porušene. Uslied toga nagnala ga je nužda, te je djecu poslao u polje, da kukuruz zrno po zrno sakupljaju.

Takovih i sličnih slučajeva bilo je dosta.

U tih selih upravo je pravcem ciklona sve uništeno, kuće i zgrade porušene, šljive i ostale vočke polomljene i izčupane, dočim su usjevi bili posve povaljani, no ipak bi se bili podigli, da nije tuča poslie ciklona sve uništila.

Za vrieme haranja ciklona padala je riedka, ali krupna kiša (škropac), a časovito je dolazio i pljusak, ali samo na kratko.

Od sela Trnovca prešao je ciklon u šumu I. banske imovne občine, „Andjelina kosa“, te odtud prešao u šumu kr. držav. šumskog erara „Šamarica“, a od ovud pako u šumu II. banske imovne občine i u rujevačku šumariju drž. erara. Nije mi poznato, dokle je harao i gdje je prestao. Pripovijeda se, da je do blizu Kostajnice dopreo.

Šuma „Andjelina kosa“ uništena je posve. Što nije iz zemlje izčupano, ono je slomljeno, da je upravo užasno gledati na tu uništenu površinu. U toj šumi je najveća šteta počinjena, jer je uništeno preko 1000 jutara liepe bukove i hrastove šume.

Bukova stabla su sa korijenjem i zemljom počupana i prevalljena tako, da korijenje sa zemljom strši po 1 i 1 i pol hvata u vis, te izgleda kao otvoren i na zemlju postavljen kišobran. Medju korijenjem nalaze se komadi kamenja do 1 cente težki, što su skupa sa zemljom podignuti.

Stabla, koja nijesu od ciklona povaljana, slomljena su po polovici svojoj i razbacana na nekoliko hvati razdaleko.

Hrastova pako stabla puno su se teže izčupati dala uslied jakih žila i srčanice, te su većinom prevršena i slomljena ili su uvijena. Ima hrastovih stabala, koja su tako uvijena kao kakova gužva, a tim uvijanjem razcijepala su se u same cjepotine.

Dokaz, da se ciklon nije uvijek u jednom pravcu vrtio, jest taj, što stabla nisu sva u jednom pravcu porušena, nego su mjestimice sad na jednu, sad na drugu stranu povaljana, a ima mjesta, gdje je stanovita količina stabala u okrugu porušena, dočim opet mjestimice izgleda, kao da je jedno stablo do drugog složeno, a to vodi do zaključka, da se je ciklon u više smjerova vrtio i kretao.

Čudnovato je haranje ciklona, kad se pomisli, da je mjestimice na vrhu brda stojeća šuma ostala poštedjena, dočim je odmah u dolini sve poharano, a to je valjda s toga, što se je slučajno pod brdom ciklonska struja razdielila i doline poharala.

U mladjih porastlinah nije ciklon nikakove štete počinio, jer su ovdje mlada stabla vitka i elastična.

Poslie ciklona bilo je lišće sitnog podstojnog drveća kao popureno viditi, te je za nekoliko dana požutilo kao u jeseni, ali je ovog proljeća prelistalo.

Bilo je i takovih izvaljenih bukava i hrastova, od kojih su pojedine žile u zemlji ostale, te su ovog proljeća prolistale, ali će ipak poginuti.

Tko nije ciklona još nikad doživio, taj ne može ni pomisliti, kako užasno isti hara i uništuje sve, što mu je na putu. On



uništuje nemilo cielu okolicu, kud prolazi, obrativ ju u puštoš i razvalinu.

U šumah I. banske imovne občine uništio je ciklon preko 30 000 metara bukovine i preko 1000 met. hrastovine, dočim je u državnih šumah bar za tri put više uništio.

Sva sastojina u „Andjelinoj kosi“ I. banske imovne občine, koja je za buduće godišnje sječine opredjeljena bila, uništena je, te sada sva ona okolica zdvojno u budućnost gleda, odkuda će si potrebita drva pribaviti.

Bojati se je, da se ovakova neman opet opetuje, jer su šume od pri morske strane, kao takodjer u susjednoj Bosni poharane, te će se klimatični odnošaji naglo mijenjati i slične oluje proizvodjati.

Treba samo ovakova dva ciklona, onda je Banovina sa šumom za uvijek obračunala.

Pa ako se je već i sva priroda na tužnu Banovinu nesmiljeno bacila i ako ja bez milosrdja bičem bičeva, bar da joj se smiluju oni, koji mogu, pa da joj pribave valjana obćila, jer se u pomanjkanju ovih dan danas 1 prost. metar drva jedva po 12 novč. prodati može. Ima pače krajeva, u kojih se drva ban badava prodavaju, samo da neleže u šumi i da se odtud neporode požari, koji bi sve u prah i pepeo obratiti mogli. A onda jao i pomagaj i onako siromašnoj Banovini!

Basara.



## Perica Benčić, dipl. ing. šum. (1948.-2023.)

*Ivica Tomić, dipl. ing. šum.*

---

U 75. godini preminuo je dipl. ing. Perica Benčić, šumarski stručnjak i svojedobno upravitelj Šumarije u Kutjevu. Rođen je 18. lipnja 1948. u Požeškoj Koprivnici, a osnovnu školu pohađa u rodnom mjestu i Pleternici. Gimnaziju je završio u Požegi 1967., a iste godine upisuje Šumarski fakultet u Zagrebu, na kojem diplomira 22. siječnja 1974. Nakon pripravničkog staža u Odjelu za uređivanje šuma ondašnjeg Šumskog gospodarstva Slavonska Požega, odlazi raditi u Šumariju Kutjevo, gdje kasnije postaje upravitelj. Radi i na poslovima rasadničarske proizvodnje u šumsko-hortikulturnom rasadniku Hajderovac.

Tijekom radnoga vijeka pokazivao je osobitu sklonost prema uzgajanju šuma, a autor je popularnog priručnika (vodiča) „Poučna staza Hajderovac“. Njegov omiljeni hobi bilo je pčelarstvo, a zajedno s dipl. ing. Davorinom Krakarom napisao je internu studiju „Uloga hrasta sladuna u pčelarstvu Požeške kotline i proizvodnji meda“, u izdanju Pčelarske udruge „Zlatna dolina“. Baveći se u slobodno vrijeme pčelarstvom, imao je nedaleko od sela Bekteža stotinjak košnica, a u tome su mu pomagali članovi njegove obitelji, među kojima i sin Tomislav, također dipl. ing. šu-



marstva. On je krenuo očevim stopama, a zaposlen je u šumsko-hortikulturnom rasadniku Hajderovac požeške Uprave šuma.

Dipl. ing. Perica Benčić u zasluženu mirovinu odlazi 2009. godine. Pogreb ovoga cijenjenog šumarskog stručnjaka iz požeškog kraja obavljen je na gradskom groblju u Kutjevu. Izraze iskrene sućuti upućujemo članovima njegove obitelji. Laka mu bila gruda hrvatske zemlje. Počivao u miru Božjem.



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 ovlaštene inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i usklađuje njihove interese pred državnim i drugim tijelima u zemlji i inozemstvu.

#### Članovi Komore:

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

#### Stručni poslovi (Zakon o HKISDT, članak 1):

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

#### Javne ovlasti Komore:

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

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

#### Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa interese svojih članova,
- daje stručna mišljenja kod pripreme propisa iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije,
- organizira stručno usavršavanje svojih članova,
- izdaje glasilo Komore te druge stručne publikacije.

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te postizanje ciljeva ravnopravnoga i jednakovrijednoga zastupanja struka udruženih u Komoru, članovi Komore organizirani su u strukovne razrede:

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

Članovi Komore imaju odgovornosti u obavljanju stručnih poslova sukladno zakonskim i podzakonskim aktima te Kodeksu strukovne etike.





## UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetnicama, 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 elektroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obročati.

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstrahirati 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 literature:

*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 indexing 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.** Obični bor je 15–30 (–40) m visoka, vazdazelena četinjača. ■ **Figure 1.** Scots pine is an evergreen, coniferous tree, growing 15–30(–40) m high.

**Slika 3.** Igljice su po dvije u čuperku, uzdužno usukane, plavkastozelene ili sivkastozelene, 4–6 (–8) cm dugačke, 1,5–2 mm široke. ■ **Figure 3.** Needles are born in fascicles of two, twisted, blue-green or grey-green, 4–6(–8) cm long, 1.5–2 mm wide.



**Slika 2.** Tipična, narančastocrvena, ljuskasta kora gornjeg dijela debla. ■ **Figure 2.** Typical, orange-red, scaly bark in the upper part of the trunk.

**Slika 4.** Češeri su jajasti do jajasto-stožasti, sivkastosmeđi, smeđi ili žućkastosmeđi, 3–7 cm dugački, vise na kratkoj stapci; dozrijevaju od rujna do studenog druge godine, a otvaraju se i oslobađaju sjemenke u proljeće treće godine. ■ **Figure 4.** Cones are ovoid to ovoid-conical, greyish-brown, brown or yellowish-brown, 3–7 cm long, short-pedunculate, pendulous; maturing in September to November of second year; shedding seeds in spring of third year



### ***Pinus sylvestris* L. – obični bor, bijeli bor (*Pinaceae*)**

Obični bor je vazdazeleno, jednodomno, heliofilno, anemofilno i anemohorno drveće, prepoznatljive narančastocrvene, ljuskaste kore grana i gornjeg dijela debla. Osim toga, ima specifične češere i plavkastozelene, usukane iglice. Najrasprostranjenija je vrsta borova na svijetu, autohtona u Europi i Aziji. U Hrvatskoj je prirodno rasprostranjen na razmjerno malom području, na Maloj Kapeli i u dolini rijeke Kupe. Obični bor je ekološki i ekonomski vrlo važna šumska vrsta drveća. Često je sađen za proizvodnju drvne mase, vjetrobrane pojaseve, stabilizaciju tla, pošumljavanje i kao ukrasna vrsta. U SAD-u je omiljena vrsta za Božićna drvca. Selekcionirani su brojni ukrasni kultivari.

### ***Pinus sylvestris* L. – Scots Pine (*Pinaceae*)**

Scots pine is an evergreen, monoecious, heliophilous, anemophilous and anemochorous tree with distinctive orange-red scaly bark in the upper part of the trunk and branches. In addition, it can be recognized by its blue-green, twisted needles and specific cones. It is native to Europe and Asia. It is the most widely distributed pine species in the world. In Croatia, it is naturally distributed over a relatively small area, on Mala Kapela and in the valley of the Kupa river. Scots pine is an ecologically and economically very important forest tree species. It has been widely planted for timber production, wind-breaks, soil stabilization, reforestation and ornamental use. It is a popular Christmas tree in the United States. Numerous ornamental cultivars have been selected.