

# ŠUMARSKI LIST

## HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

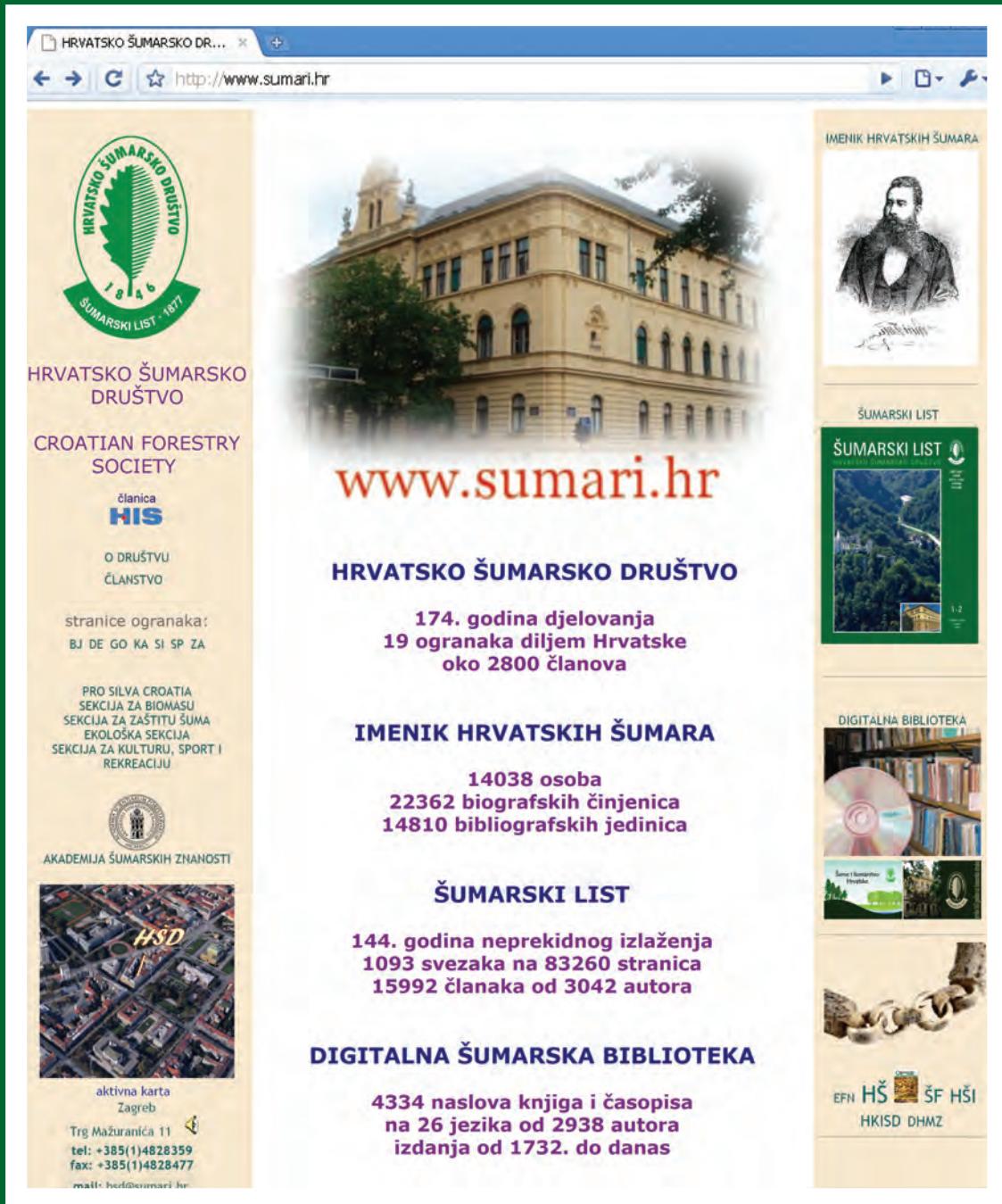


UDC 630\*  
ISSN  
0373-1332  
CODEN  
SULIAB

3-4

GODINA CXLIV  
Zagreb  
2020





**HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO**

**CROATIAN FORESTRY SOCIETY**

članica  
**HIS**

O DRUŠTVU  
ČLANSTVO

stranice ogranača:  
BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA  
SEKCIJA ZA BIOMASU  
SEKCIJA ZA ŽAŠTITU ŠUMA  
EKOLOŠKA SEKCIJA  
SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I  
REKREACIJU

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI



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

**IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA**

**174. godina djelovanja  
19 ogranača diljem Hrvatske  
oko 2800 članova**

**ŠUMARSKI LIST**

**144. godina neprekidnog izlaženja  
1093 svezaka na 83260 stranica  
15992 članaka od 3042 autora**

**DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA**

**4334 naslova knjiga i časopisa  
na 26 jezika od 2938 autora  
izdanja od 1732. do danas**

**IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA**

**ŠUMARSKI LIST**

**DIGITALNA BIBLIOTEKA**



**Naslovna stranica – Front page:**  
Park šuma Šijana, Pula, Istra, Hrvatska  
(Foto: Valter Buršić)  
Šijana Park Forest, Pula, Istria; Croatia  
(Photo: Valter Buršić)

Naklada 1650 primjeraka

**Uredništvo  
ŠUMARSKOGA LISTA**  
HR-10000 Zagreb  
Trg Mažuranića 11  
Telefon: +385(1)48 28 359,  
Fax: +385(1)48 28 477  
e-mail: urednistvo@sumari.hr

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

**Izdavač:**  
**HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO**  
**Suizdavač:**  
Hrvatska komora inženjera šumarstva  
i drvene tehnologije  
Financijska pomoć Ministarstva znanosti  
obrazovanja i sporta

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

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

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

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

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

### 1. Šumske ekosustav – Forest Ecosystems

**Prof. dr. sc. Joso Vukelić,**

urednik područja – *Field Editor*

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

**Prof. dr. sc. Jozo Franjić,**

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća  
*Forest Botany and Physiology of Forest Trees*

**Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,**

Dendrologija – *Dendrology*

**Prof. dr. sc. Davorin Kajba,**

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –  
*Genetics and Forest Tree Breeding*

**Prof. dr. sc. Darko Bakšić,**

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –  
*Forest Pedology and Forest Tree Nutrition*

**Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,**

Lovstvo – *Hunting Management*

**Dr. sc. Sanja Perić,**

Šumske kulture – *Forest Cultures*

**Dr. sc. Vlado Topić,**

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

**Akademik Igor Anić,**

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –  
*Natural Forest Silviculture, Urban Forests*

**Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,**

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

**Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,**

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –  
*Seed Production and Nursery Production*

**Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić,**

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –  
*Protected Nature Sites, Horticulture*

### 2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

**Akademik Slavko Matić,**

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*

### 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**

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

**Doc. dr. sc. Mario Ančić,**  
Izmjera terena s kartografijom –  
*Terrain Mensuration with Cartography*

**Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,**  
Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

#### **6. Uređivanje šuma i šumarska politika –**

Forest Management and Forest Policy

**Prof. dr. sc. Jura Čavlović,**  
**urednik područja –field editor**  
Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

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

**Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,**  
Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

**Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.,**  
Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo,  
povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography, Forest Legislation, History of Forestry*

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

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

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

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

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

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

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

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

### **Lektor – Lecturer**

Dijana Sekulić-Blažina

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

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

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

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

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

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

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

# SADRŽAJ

## CONTENTS

### Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

|   |     |
|---|-----|
| UDK 630*120 (001)<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.1">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.1</a><br>Ančić M., R. Pernar, M. Bajić, A. Krtalić, A. Seletković, D. Gajski, J. Kolić<br><b>Spektralni potpisi (endmemberi) nekih šumskih vrsta u Republici Hrvatskoj</b> – Spectral signatures (endmembers) some of forest species in the Republic of Croatia .....  | 119 |
| UDK 630* 153 (Canis aureus) (001)<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.2">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.2</a><br>Gužvica G., M. Petković, M. Augustinović, L. Šver<br><b>Istraživanje čaglja (Canis aureus) u parku prirode Lonjsko polje akustičnom metodom i metodom foto-zamki</b> – Research of Golden Jackal ( <i>Canis aureus</i> ) In the nature park Lonjsko polje by acoustic and camera traps methods .....  | 129 |
| UDK 630* 164 (001)<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.3">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.3</a><br>Miljković D., D. Čortan<br><b>Morfometrijska i morfološka analiza lista crne topole (<i>Populus nigra</i> L.) u plavnim i neplavnim područjima sliva Dunava</b> – Morphometric and morphological analysis of <i>Populus nigra</i> L. leaves in flooded regions .....   | 139 |
| UDK 630* 360 +462 (001)<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.4">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.4</a><br>Halilović V., J. Musić, J. Knežević, M. Šarić, B. Balić, D. Ballian<br><b>Research of mechanical damage on fir trees and other tree species during exploitation – case forestry “Glamoč”</b> – Istraživanje mehaničkih oštećenja stabala jele i drugih vrsta tijekom eksploatacije – slučaj šumarije „Glamoč“.  | 149 |
| UDK 630* 232.3 (001)<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.5">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.5</a><br>Erdogan Genç H., A. Ö. Üçler<br><b>Effects of different treatments on seed dormancy breaking and germination in Acer cappadocicum Gleditsch var. <i>cappadocicum</i></b> – Utjecaj različitih tretmana na prekid dormantnosti i kljavost sjemena <i>Acer cappadocicum</i> Gleditsch var. <i>cappadocicum</i> ..... | 159 |

### Pregledni članak – Review

|   |     |
|---|-----|
| UDK 630* 424 + 266 + 913<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.6">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.6</a><br>Marinković G., I. Grgić, J. Lazić, M. Trifković<br><b>Komasacija u funkciji poljozaštitnih šumskih pojaseva u Republici Srbiji – kritički osvrt</b> – Land consolidation in the function of shelterbelts for agricultural land in the Republic of Serbia – critical review ..... | 167 |
|---|-----|

### Stručni članak – Professional paper

|  |     |
|--|-----|
| UDK 630* 279<br><a href="https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.7">https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.7</a><br>Drvodelić D., M. Oršanić<br><b>Cijepljenje kultivara ukrasnih japanskih javora</b> – Grafting cultivars of decorative Japanese maples ..... | 179 |
|--|-----|

### Zaštita prirode – Nature protection

|   |     |
|---|-----|
| Arač, K.:<br>Kobac ( <i>Accipiter nisus</i> L.) ..... | 189 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Franjić, J.:  |     |
| Popularizacija hrvatske flore   |     |
| Bijeli sunovrat ( <i>Narcissus poeticus</i> L., Amaryllidaceae) .....   | 190 |
| Kranjčev, R.:   |     |
| Zapisi iz hrvatskih šuma (4)  |     |
| Otok Sušac .....  | 191 |
| Franjić, I.:  |     |
| Razminiranje, obnova i zaštita šuma i šumskog zemljišta u zaštićenim i Natura 2000 područjima u dunavsko-dravskoj regiji – Naturavita ..... | 194 |

### **Knjige i časopisi – Books and journals**

|   |     |
|---|-----|
| Glavaš, M.:                                     |     |
| Obična planika ( <i>Arbutus unedo</i> L.)       |     |
| Biološka, kemijska i gospodarska svojstva ..... | 198 |

### **Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings**

|  |     |
|--|-----|
| Franjić, J.:                                 |     |
| Neke zanimljivosti s puta u Španjolsku ..... | 199 |
| Glavaš, M.:                                  |     |
| 64. seminar biljne zaštite .....             | 205 |

### **Međunarodna suradnja – International cooperation**

|   |     |
|---|-----|
| Zec, S.:                                    |     |
| Izložba šuma okom šumara u Bruxellesu ..... | 207 |

### **Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association**

|   |     |
|---|-----|
| Jakovac, H.:                                |     |
| Alpe Adria 2020. godine .....               | 209 |
| Vlainić, O.:                                |     |
| Stručno-turistička ekskurzija u Češku ..... | 212 |

### **In memoriam**

|   |     |
|---|-----|
| Horvat, G.:   |     |
| Stanković Ante, dipl. ing. šum. (1940.–2020.) .....       | 221 |
| Vlainić, O.:  |     |
| Božidar Radečić (1.5.1939.–2.7.2019.) .....               | 222 |
| Vlainić, O., I. Grginčić:                                 |     |
| Stjepan Mikuc (3.3.1930.–12.2.2020.) .....                | 223 |
| Knepř, J.:  |     |
| Anton Škunca Toni, dipl. ing. šum. (1931.–2019.). . . . . | 224 |

# RIJEČ UREDNIŠTVA

## HRVATSKE ŠUME D.O.O. – FEUDALAC ILI PROVODITELJ ZAKONA

Za tematiku i aktualnost ove rubrike Šumarskoga lista očito nije potrebno brinuti. Naime, svako malo mediji nam prenose vijesti o novim nesporazumima pa i sukobima šumarske struke i amaterskih udruga, koje si umišljaju da sve znaju o šumarstvu. Interesantno, primjerice u kirurgiju se ne petljaju! Tako ovih dana u Glasu Istre čitamo: Nastavlja se fajt oko Motovunske šume – Tartufari uzvraćaju udarac: Hrvatske šume ponašaju se kao feudalac! Šire o tome pisat ćemo na temelju egzaktnih podataka u jednoj od rubrika sljedećeg dvobroja Šumarskoga lista. Ovdje ćemo komentirati Zakon i ulogu Hrvatskih šuma d.o.o.

Feudalizam je oblik društvenog odnosa koji je prevladavao u srednjem i dijelu novoga vijeka, ukinut 1848. godine, a feudalac je vlasnik zemljišta za kojega drugi rade. Da li su Hrvatske šume d.o.o. vlasnik zemljišta-šume i da li odgovaraju tome kriteriju? Za odgovor na ovo pitanje pozivamo se ponajprije na zakon, u ovome slučaju Zakon o šumama, koji u članku 2. (1) kaže: Šume i šumska zemljišta dobra su od interesa za Republiku Hrvatsku te imaju njezinu osobnu zaštitu, a u istom članku (3) Vlada Republike Hrvatske upravlja šumama i šumskim zemljištem u interesu Republike Hrvatske, prema u dalnjem tekstu navedenim načelima. Članak 3. (1) navodi: Šume i šumska zemljišta specifično su šumsko bogatstvo te s općekorisnim i gospodarskim funkcijama šuma uvjetuju poseban način planiranja, gospodarenja i korištenja na načelu održivog gospodarenja šumama. (2) Održivo gospodarenje šumama znači korištenje šuma i šumskog zemljišta **na način, i u mjeri, koja održava njihovu bioraznolikost, produktivnost, kapacitet za regeneraciju, vitalnost i potencijal** da trenutačno i ubuduće ispune odgovarajuće **ekološke, gospodarske i društvene funkcije na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini te koja ne uzrokuje štetu drugim ekosustavima**. Po tome načelu potrajanosti, hrvatskim šumama

šumarska struka gospodari već više od 250 godina. Uz gospodarske funkcije šuma (proizvodnju drvnih sortimenta, proizvodnju šumskog reprodukcjskog materijala i proizvodnju nedrvnih šumskih proizvoda), treba imati na umu da ona osigurava i njene općekorisne funkcije navedene u članku 4. (1) do (9). Dakle, u gospodarenju s tim najsloženijim ekosustavom nema mjesta amaterizmu i interesnim skupinama! Žalosno je i nelogično, ali istinito, da je politika koja treba strogo zagovarati Zakon, češće sklonija njima nego struci.

Imajući u vidu prethodno rečeno o šumi kao specifičnom šumskom bogatstvu, logično je da operativno njima može upravljati i gospodariti specifična pravna osoba koja posjeduje potrebnu infrastrukturu, opremu i posebice visoko stručne kadrove. Kada je riječ o visokostručnim kadrovima opetovanje ističemo, kako se još u 19. stoljeću odlučilo da šumama trebaju upravljati i gospodariti fakultetski obrazovani stručnjaci, pa ističemo da je i šumarska fakultetska nastava u Hrvatskoj uspostavljena već 20. listopada 1898. godine. Stoga je logično da upravljanje i gospodarenje šumama Vlada Republike Hrvatske povjerava javnom šumoposjedniku Hrvatske šume d.o.o. čiji je osnivač. Članak 44. (1) propisuje: Javni šumoposjednik i Ustanova (kada se radi o zaštićenim šumama) **dužni su osigurati zaštitu šuma i šumskih zemljišta** u vlasništvu Republike Hrvatske od protupravnog prisvajanja, korištenja i drugih protupravnih radnji te provoditi šumski red. Iz svega je razvidno da je sve zakonom propisano i da su Hrvatske šume d.o.o. provoditelj Zakona o šumama, a nikako feudalac. No, kada raspravljamo o stanju u našoj Državi, počevši od društvenih odnosa, gospodarstva, pa sve do prevelikog uvoza „svega i svačega“, svima su „puna usta“ Pravne države, naravno samo kada to njima ide u prilog, a briga ih za opći interes.

Uredništvo

# EDITORIAL

## CROATIAN FORESTS LTD - FEUDAL LORD OR LAW ENFORCER?

We should never be concerned about the themes and topicality of this column of Forestry Journal. Every now and then the media reports on the latest misunderstandings and even conflicts between the forestry profession and amateur associations which imagine that they know everything about forestry. Interestingly, they never meddle in surgery, for example. The Voice of Istria recently wrote: The battle of the Motovun Forest continues - Truffle hunting people strike back: The company Croatian Forests Ltd behaves like a feudal lord! This topic will be dealt with more extensively on the basis of exact data in one of the columns of the next double issue of Forestry Journal.

Feudalism is a form of social system that prevailed in the Middle and part of the New Age and was abolished in 1848. A feudal lord was a land owner who had other people working for him. Is the company Croatian Forests Ltd the owner of the land - forest and does it match these criteria? To answer these questions we should first consult the law, in this case the Forest Law. Article 2 (1) of the said Law states: Forests and forest land are natural goods of interest to the Republic of Croatia and enjoy its particular protection. In the same article (3) it is stated that the Government of the Republic of Croatia manages forests and forest land in the interest of the Republic of Croatia according to the principles listed further on. Article 3 (1) states: Forests and forest land constitute specific forest wealth and together with non-market and market forest functions dictate a particular manner of planning, management and usage according to the principles of sustainable forest management. (2) Sustainable management of forests means using forests and forest land **in the manner and to the extent to which it maintains its biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality and potential to**, now and in the future, **fulfil the relevant ecological, economic and social functions locally, nationally and globally without inflicting harm to other ecosystems.** The Croatian forestry profes-

sion has applied the principle of sustainability to Croatian forests for over 250 years. In addition to commercial forest functions (production of wood assortments, production of forest reproductive material and production of non-wood forest products), we should bear in mind that it also ensures its non-market functions listed in article 4 (1) to (9). Therefore, management of this most complex ecosystem excludes amateurism and interest groups! Sadly and illogically, but true, politics which should strictly enforce the Law, is more often inclined to them than to the profession.

In view of what was said above about the forest as specific forest wealth, it is logical that it should operatively be managed by a specific legal entity which has the necessary infrastructure, equipment and highly skilled personnel in particular. As for highly skilled personnel, we repeatedly point out that it was decided no later than 19th century that forests should be managed by academically educated experts. Furthermore, the university forestry education in Croatia was established as early as 20th October 1898. It is logical, therefore, that the Government of the Republic of Croatia entrusted the company Croatian Forests Ltd, a public forest owner which it founded, with forest planning and management. Article 44 (1) states: The public forest owner and Institution (in case of protected forests) **are obliged by law to ensure the protection of forests and forest land** owned by the Republic of Croatia from unlawful appropriation, use and other illegal activities, as well as enforce the forest order. Clearly, everything is regulated by law: hence, the company Croatian Forests Ltd is the law enforcer and by no means a feudal lord. Yet, when we discuss the situation in our State, starting from social relations, economy and excessive import of "anything and everything", we all swear by the legal State, but only when it is in our favour, while public interest is of no concern whatsoever.

Editorial Board

# SPEKTRALNI POTPISI (ENDMEMBERI) NEKIH ŠUMSKIH VRSTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

## SPECTRAL SIGNATURES (ENDMEMBERS) SOME OF FOREST SPECIES IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Mario ANČIĆ<sup>1\*</sup>, Renata PERNAR<sup>1</sup>, Milan BAJIĆ<sup>2</sup>, Andrija KRTALIĆ<sup>3</sup>, Ante SELETKOVIĆ<sup>1</sup>,  
Dubravko GAJSKI<sup>3</sup>, Jelena KOLIĆ<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Svi objekti reflektiraju, apsorbiraju ili emitiraju elektromagnetsko zračenje ovisno o sastavu, stvarajući jedinstvene uzorke koje zovemo spektralni potpisi ili endmemberi. Čisti spektralni uzorci definiraju se u idealnim terenskim ili laboratorijskim uvjetima, gdje je spektar refleksije dobiven uporabom spektroradiometra fokusiranog na jednu površinu. Prema istraživanjima, većina spektralno čistih uzoraka odnosi se na istraživanja minerala. Spektralni potpisi vegetacije, za razliku od spektralnih potpisa minerala, su dinamični (u spektralnoj, prostornoj i vremenskoj rezoluciji), znatno zahtjevniji za prikupljanje i dokumentiranje, te ih treba s oprezom ugraditi u spektralne knjižnice. Postoji nekoliko spektralnih knjižnica (većih i manjih) koje su organizirane po poglavljima, a sastoje se od uzoraka koji imaju dovoljan broj analiza i dokumentaciju za utvrđivanje kvalitete spektra. U ovome istraživanju izdvojeni su spektralni potpisi za nekoliko vrsta u Hrvatskoj: hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.), običnu jelu (*Abies alba* Mill.), običnu smreku (*Picea abies* L.), bijelu imelu (*Viscum album* L. ssp. *Abietis* (Weib.)) i žutu imelu (*Loranthus europaeus* Jacq.). Svrha istraživanja je bila uspostaviti spektralnu knjižnicu za buduća istraživanja primjene hiperspektralnih skenera pri detekciji vrsta drveća.

Za prikupljanje spektralnih potpisa korišten je hiperspektralni linijski skener ImSpector V9, koji snima vidljivi i bliži infracrveni dio spektra od 430 do 900 nm. Osim njega korišten je i senzor sunčevog zračenja FODIS, kako bi dobili prosječnu vrijednost sunčeve insolacije u trenutku snimanja. Snimanje je provedeno u kontroliranim uvjetima. Uzorci su postavljeni na kružnu podlogu sa naznačenom podjelom za svakih 45 stupnjeva točno u centru optičke osi skenera, te su rotirani kružno. Spektralne snimke su zatim obrađivane u softveru ImageJ gdje su izdvojeni podaci za daljnju analizu.

Nakon obračuna srednjih vrijednosti po vrstama napravljene su usporedbe između vrsta. Dobiveni rezultati pokazali su preklapanja u vidljivom dijelu spektra, dok u bližem infracrvenom dijelu spektra vrste diferenciraju jedna od druge, odnosno rezultati pokazuju kako postoji razlika između spektralnih krivulja uzoraka.

Provedenim istraživanjem definirani su postupci uzimanja uzoraka i dobiveni spektralni potpsi za istraživane vrste (endmemberi). Spektralni potpsi postali su dio spektralne knjižnice, a najznačajniji rezultat istraživanja je mogućnost primjene za detekciju vrsta na hiperspektralnim snimkama.

**KLJUČNE RIJEČI:** spektralni potpsi (endmemberi), hrast lužnjak, obična bukva, obična jela, obična smreka, bijela imela, žuta imela

<sup>1</sup> Doc. dr. sc. Mario Ančić, prof. dr. sc. Renata Pernar, izv. prof. dr. sc. Ante Seletković, dr. sc. Jelena Kolić, Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

\*dopisni autor, e-adresa: mancic@sumfak.hr

<sup>2</sup> Prof. dr. sc. Milan Bajić umirovljeni profesor, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Doc. dr. sc. Andrija Krtalić, doc. dr. sc. Dubravko Gajski, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska

## UVOD

Hiperspektralni senzori preletom preko nekog područja skeniraju tlo i skupljaju svjetlosne „potpise“ (čiste spektralne uzorke, *endmembere*) biljaka, minerala i svih ostalih objekata (Rajendran, S. i dr. 2009, Santonu G. i Kuldeep M. 2015). Na hiperspektralnim snimkama apsorpcija i raspršivanje čestica formira karakteristične potpise i na taj način omogućava detekciju objekata (Buckingham i dr. 2002).

Svi objekti reflektiraju, apsorbiraju ili emitiraju elektromagnetsko zračenje (svjetlost) ovisno o njihovom sastavu, stvarajući na taj način jedinstveni uzorak zvan „spektralni potpis“ (Rajendran, S. i dr. 2009, Santonu G. i Kuldeep M. 2015).

Čistim spektralnim uzorcima smatramo najekstremnije ili spektralno „čiste“ elemente (npr. jela, dolomit, i dr.). Oni se najčešće definiraju u idealnim terenskim ili laboratorijskim uvjetima, gdje je spektar refleksije dobiven uporabom prijenosnog spektroradiometra fokusiranog na jednu površinu (npr. na jedan list na stablu). U slučaju kada nije moguće terensko mjerjenje, endmemberi se mogu izdvojiti iz čistih elemenata snimke (Piwowar 1999), uz pretpostavku kako se na snimljenoj sceni nekog područja nalaze takvi čisti spektralni uzorci, te da je prostorna rezolucija u takvom slučaju dovoljno velika (<1 m), jer se u tom slučaju povećava mogućnost odabira spektralno čistog uzorka (Ticehurst i dr. 2001, Culvenor 2002, Held i dr. 2003).

Većina spektralno čistih uzoraka odnosi se na geološka istraživanja minerala, dok su spektralni potpsi vegetacije dinamični u spektralnoj, prostornoj i vremenskoj dimenziji, te bi ih s oprezom trebalo ugraditi u spektralne knjižnice (Elvidge 1990, Salisbury i dr. 1991, Grove i dr. 1992, Clark i dr. 1993, Salisbury i dr. 1994, Korb i dr. 1996, Asner i Heiderbrecht 2002, Shippert 2003, Lucas i dr. 2004).

Spektralna geometrija potpisa vegetacije varira u skladu s biokemijskim sadržajem i fizičkom strukturom biljnog tkiva i dalnjim utjecajem fenoloških, prirodnih i antropogeno izazvanih čimbenika. Poznavanje uzroka variranja od temeljne je važnosti za razumijevanje informacijskih sadržaja spektra dobivenih mjerenjem na terenu, laboratoriju

ili izravnim očitavanjem sa zrakoplovnih ili svemirskih snimaka (Lucas i dr. 2004).

Postoji nekoliko knjižnica čistih spektralnih potpisa, dvije velike knjižnice: USGS, (Clark i dr. 2007, Kokaly i dr. 2017) i ASTER (Baldridge i dr. 2009), te nekoliko manjih spektralnih knjižnica (Christensen i dr. 2000), a organizirane su po poglavljima (tablica 1).

Idealna spektralna knjižnica sastoji se od uzoraka koji pokrivaju širok raspon materijala, ima velik opseg valnih duljina, dovoljno analiza uzoraka i dokumentaciju za utvrđivanje kvalitete spektra (Clark i dr. 2007, Kokaly i dr. 2017).

Uzorci vegetacije i vegetacijom obrasla područja znatno su zahtjevniji u prikupljanju podataka i dokumentiranju. Osnovna dokumentacija zahtijeva datum uzimanja uzorka i točnu identifikaciju vrste. Poželjna je dodatna dokumentacija o koncentraciji vode i pigmenata u listu, što zahtijeva povezivanje s laboratorijskim analizama tih uzoraka. Za terenska mjerena vegetacija obraslih područja (vegetacijske zajednice) potrebno je evidentirati vrste mjerena područja i postotni udio pokrivanja površine po svakoj vrsti (Clark i dr. 2007).

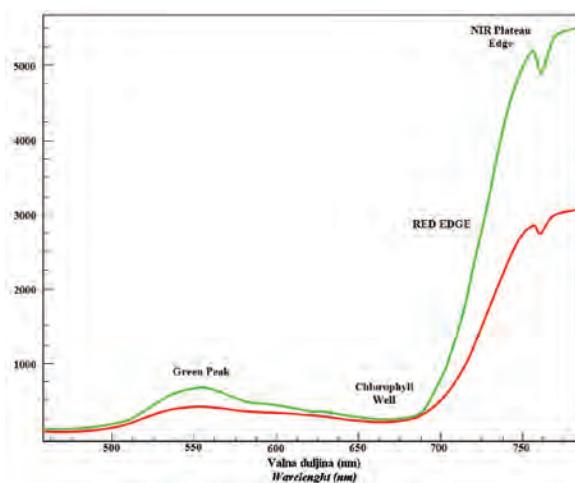
Ključni opisni elementi spektralnih potpisa vegetacije uključuju značajke poput „Green peak“ (zeleni vrh), „Chlorophyll well“ (klorofilni zdenac), „Red edge“ (crveni rub) i „NIR plateau“ (slika 1) (Kumar 1998, Huber i dr. 2005). Od posebnog značaja je „Red edge“, koji je definiran kao porast refleksije na granici između apsorpcije klorofila u crvenom dijelu i raspršivanja unutar lista u području bližeg infracrvenog dijela spektra (Treitz i Howarth 1999). *Red edge* prikazuje najveću promjenu refleksije s obzirom na promjenu spektralnih značajki, bilo kojeg zelenog lista u VNIR području (Elvidge i dr. 1990), a obično se identificira pomoću točke infleksije crvenog ruba (REIP – Red-Edge Inflection Point) ili točkom maksimalnog nagiba, a nalazi se između 680 i 750 nm, bez obzira na vrstu (Kumar i dr. 2001).

Prva hiperspektralna istraživanja u Hrvatskoj započela su u okviru programa Europske zajednice, u sklopu dva međunarodna projekta (ARC 1998.–2002. i SMART 2001.–2004.) financiranih od strane Europske komisije, vezanim za smanjivanje minsko sumnjivih površina u Hrvatskoj. Na

**Tablica 1.** Izgled USGS spektralne knjižnice organizirane prema poglavljima (Clark i dr. 2007)

Table 1. Layout of the USGS Spectral Library organized by Chapters (Clark et al.)

| Poglavlje | Oznaka | Značenje   |
|-----------|--------|--|
| 1         | M      | Minerals (minerali)  |
| 2         | S      | Soils, Rocks and Mixtures (tla, stijene i mješavine (isključene su mješavine s vegetacijom))   |
| 3         | C      | Coatings (pokrov)  |
| 4         | L      | Liquids, Liquid Mixtures, Water, Other Volatiles and Frozen Volatiles (tekućine, mješavine tekućina, voda, druge hlapljive tekućine i smrznute tekućine) |
| 5         | A      | Artificial (Man Made) Including Manufactured Chemicals (umjetni materijali koje je napravio čovjek uključujući proizvedene kemikalije)                   |
| 6         | V      | Plants, Vegetation Communities, Mixtures with Vegetation and Microorganisms (biljke, biljne zajednice, mješavine s vegetacijom i mikroorganizmi)         |



**Slika 1.** Prikaz pojmova *Green peak*, *Chlorophyll Well*, *Red edge* i *NIR Plateau Edge* na spektralnoj krivulji ([http://www.geoplace.com/Media/PublicationsArticle/Figure-4\\_3.jpg](http://www.geoplace.com/Media/PublicationsArticle/Figure-4_3.jpg))

**Figure 1.** Display of Green peak, Chlorophyll Well, Red edge and NIR Plateau Edge on a spectral curve ([http://www.geoplace.com/Media/PublicationsArticle/Figure-4\\_3.jpg](http://www.geoplace.com/Media/PublicationsArticle/Figure-4_3.jpg))

temelju iskustava i rezultata navedenih istraživanja, na Medvednici je bilo provedeno, multispektralno i hiperspektralno snimanje linijskim hiperspektralnim skenerom ImSpector V9. Kao rezultat su dobivene prve spektralne krivulje refleksije jele i imele (Pernar i dr. 2005, Pernar i dr. 2007), koje su poslužile kao ulazni parametri za istraživanja na području UŠP Gospić u svrhu ispitivanja mogućnosti detekcije oštećenosti jele s posebnim osvrtom na otkrivanje imele na jeli.

Na osnovi rezultata provedenih istraživanja i uspješnog razdvajanja spektara jele i imele (Ančić i dr. 2014) prema istim procedurama izdvojeni su spektralni potpisi za slijedeće vrste u Hrvatskoj: hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.), običnu smreku (*Picea abies* L.) i žutu imelu (*Loranthus europaeus* Jacq.).

Svrha provedenih istraživanja bila je uspostaviti spektralnu knjižnicu za buduće primjene hiperspektralnih skenera pri detekciji vrsta drveća i zaraze imelom.



**Slika 2.** Snimanje hiperspektralnim linijskim skenerom ImSpector V9 (Ančić 2011)

**Figure 2.** Recording with Hyperspectral Line Scanner ImSpector V9 (Ančić 2011)

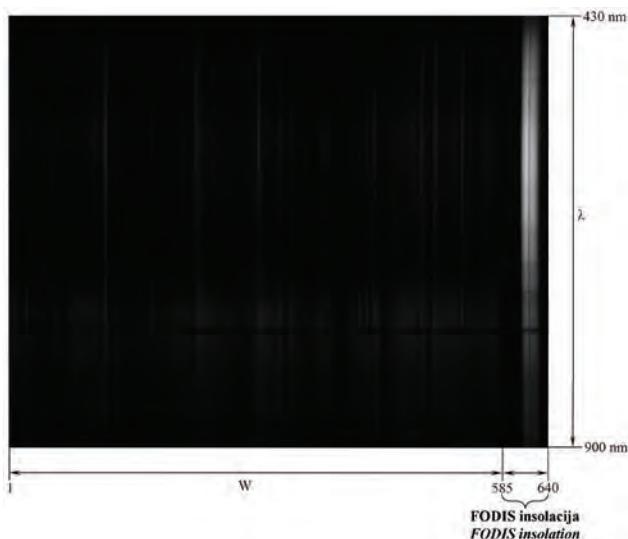
## MATERIJALI I METODE

Snimanje uzorka provedeno je hiperspektralnim linijskim skenerom ImSpector V9 spektralnog opsega 430-900nm i PCO PixelFly monokromatskim senzorom (24 slike/se-kundi, rezolucije 640x512/8 bita ili 1280x1024/12 bita piksela (Miljković i dr. 2017). Hiperspektralni skener postavljen je zajedno sa senzorom svjetlosnog zračenja - FODIS (*Fiber Optic Downwelling Irradiance Sensor*) na visinu jednoga metra iznad tla (slika 2.). Dužina linije snimanja je

**Tablica 2.** Vrijeme snimanja i broj snimaka po vrstama i ukupno (Ančić 2011).

Table 2. Time and number of recordings by species and total (Ančić 2011).

| Vrsta<br>Species   | Početak snimanja<br><i>Start recording</i><br>(h) | Kraj snimanja<br><i>End of recording</i><br>(h) | Broj snimaka po vrsti<br><i>Number of records per species</i> |
|--|---|---|---|
| obična jela ( <i>Abies alba</i> Mill.)                                 | 13:38   | 13:43   | 203   |
| obična smreka ( <i>Picea abies</i> /L./Karsten)                        | 13:49   | 13:56   | 199   |
| hrast lužnjak ( <i>Quercus robur</i> L.)                               | 12:11   | 12:16   | 192   |
| obična bukva ( <i>Fagus sylvatica</i> L.)                              | 12:59   | 13:05   | 189   |
| žuta imela ( <i>Loranthus europaeus</i> Jacq.)                         | 12:00   | 12:07   | 224   |
| bijela imela ( <i>Viscum album</i> ssp. <i>abietis</i> /Wiesb./Abrom.) | 12:20   | 12:26   | 201   |
| Ukupan broj snimaka  |   |   | 1208  |

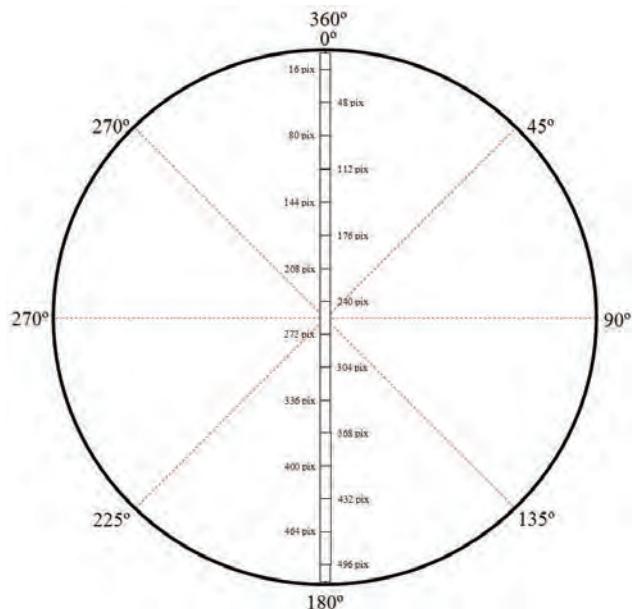


**Slika 3.** Prikaz snimljene 8-bitne datoteke (Ančić 2011)

**Figure 3.** Display of the recorded 8-bit file (Ančić 2011)

iznosila 33,3%, a širina linije iznosi 0,208% visine, odnosno 0,333m x 0,00208m (Šemanjski i dr. 2009).

Uzorci su postavljeni ispod skenera, u središte optičke osi, na podlogu pričvršćenu na tlo, sa označenom podjelom punog kruga za svakih  $45^\circ$ . Snimanje je započelo u 12:00 i trajalo je do 13:56 sati (tablica 2.). Ukupno je snimljeno 1208 snimaka.



**Slika 4.** Shematski primjer uzorkovanja u linijama za odabране piksele za svakih  $45^\circ$  (Ančić 2011).

**Figure 4.** Schematic representation of sampling in lines for selected pixels for every 45° (Ančić 2011).

Snimljeni podaci sadrže jednu \*.xls datoteku (broj snimljenih linija, datum i vrijeme snimanja, dužina ekspozicije, i dr.) i niz \*.tif 8 bitnih snimki u sivim tonovima (slika 3.).

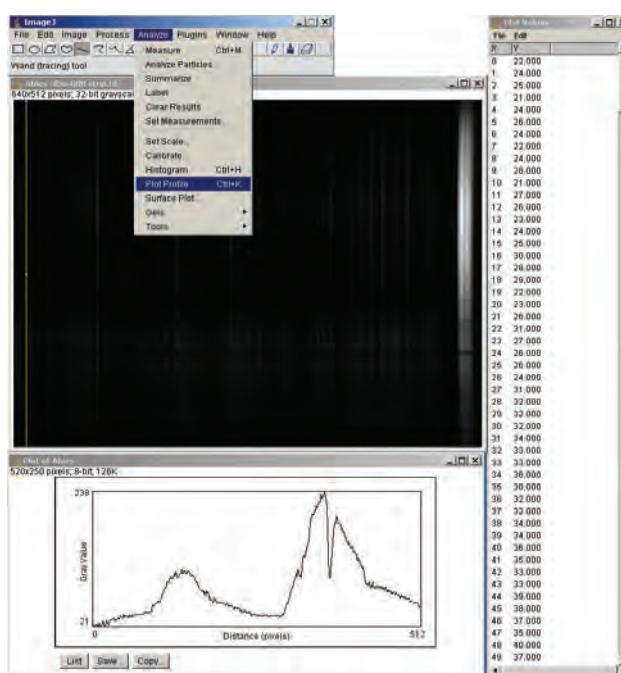
**Tablica 3.** Dio tablice za običnu jelu (*Abies alba* Mill.) na 16. pikselu za 0 stupnjeva (Ančić 2011).

Table 3. Part of a table for silver fir (*Abies alba* Mill.) on 16th pixel for 0 degrees (Ančić 2011).

| Obična jela ( <i>Abies alba</i> Mill.) (x=16 piksel, y=0-511 piksela) |   |   |  |  |   |  |   |
|---|---|---|--|--|---|--|---|
| Silver fir ( <i>Abies alba</i> Mill.) (x=16 pixel, y=0-511 pixel)     |   |   |  |  |   |  |   |
| 0° (20 snimaka)   |   |   |  |  |   |  |   |
| 0° (20 records)   |   |   |  |  |   |  |   |
| Piksel<br>Pixel   | Valne duljine<br><i>Wavelength</i> (nm) | Reflekt. očitanje<br><i>Reflected reading</i> | Reflekt. arit. sred.<br><i>Reflected arith. mean</i> | FODIS očitanje<br><i>FODIS reading</i> | FODIS arit. sred.<br><i>FODIS arith. mean</i> | Koef. refleksije<br><i>Reflection coeff.</i> | Koef. refleksije<br><i>Reflection coeff.</i><br>(%) |
| 1   | 430,00                                  | 22,00   | 1,10   | 546,00                                 | 27,30   | 0,0403                                       | 4,0293  |
| 2   | 430,92                                  | 24,00   | 1,20   | 564,00                                 | 28,20   | 0,0426                                       | 4,2553  |
| 3   | 431,84                                  | 25,00   | 1,25   | 582,00                                 | 29,10   | 0,0430                                       | 4,2955  |
| 4   | 432,76                                  | 21,00   | 1,05   | 601,00                                 | 30,05   | 0,0349                                       | 3,4942  |
| n   | ...                                     | ...   | ...  | ...                                    | ...   | ...  | ...   |

**Tablica 4.** Dio tablice za običnu jelu (*Abies alba* Mill.) s podacima izdvojenim po svim pikselima samo za  $0^\circ$  (Ančić 2011).

**Table 4.** Part of a table for silver fir (*Abies alba* Mill.) with data extracted on all processed pixels only at 0° (Ančić 2011).



**Slika 5.** Postupak očitavanja spektralnih vrijednosti (izdvjene su vrijednosti za 16. piksel), grafički prikaz i podatci u tekstualnom obliku (Ančić 2011).

Figure 5. The procedure of reading spectral values (extracted values for 16 pixel ), graphical representation and data in text format (Ančić 2011).

Snimljeni podaci vezani uz vrstu i kut (slika 4) učitani su u program ImageJ, pomoću kojega su potom izdvajane spektralne vrijednosti (spektralni profili i brojčane vrijednosti) po odabranim pikselima za vrstu i odabrani stupanj unutar vrste. (slika 5) za daljnju obradu.

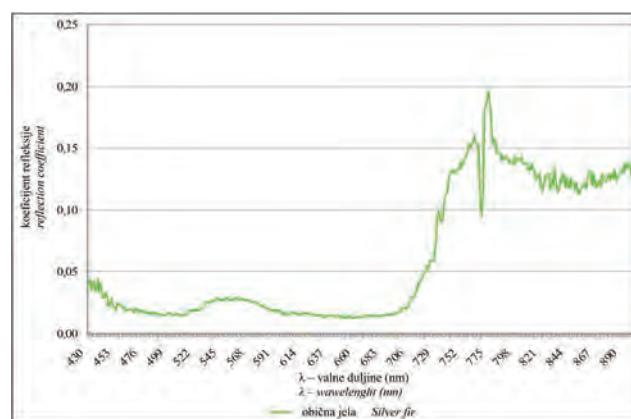
Za svaki stupanj po odabranim pikselima na snimljenim uzorcima (tablica 3) dobiveni su koeficijenti refleksije (decimalne i postotne vrijednosti) po valnim duljinama (slika 6).

Nakon izdvajanja koeficijenata refleksije po vrstama, za sve piksele unutar jednoga stupnja napravljena je nova tablica sa grupiranim podacima za vrijednosti očitanih piksela po stupnjevima (tablica 4). U toj tablici su izračunate aritmetičke vrijednosti svih piksela unutar jednoga stupnja koji će se koristiti u daljnjoj obradi.

**Tablica 5.** Dio tablice za običnu jelu (*Abies alba* Mill.) sa srednjim vrijednostima aritmetičkih sredina koeficijenta refleksije izdvojenim po stupnjevima (Ančić 2011).

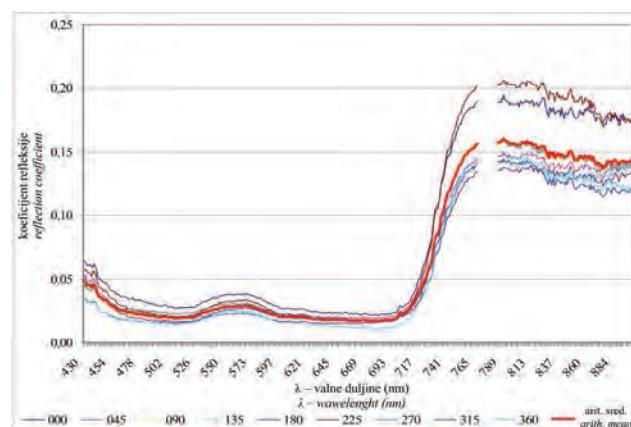
Table 5. Part of a table for silver fir (*Abies alba* Mill.) with the average values of the arithmetic means of the reflection coefficients separated by degrees (Ančić 2011).

| Valne duljine<br>Wavelength<br>(nm) | Aritmetičke sredine koeficijenta refleksije po stupnjevima za običnu jelu ( <i>Abies alba</i> Mill.) |       |       |       |       |       |       |       |       |     | Arit. sred.<br>Arithmet. mean |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------------------------------|
|                                     | 0°   | 45°   | 90°   | 135°  | 180°  | 225°  | 270°  | 315°  | 360°  | ... |                               |
| 430,00                              | 0,064  | 0,053 | 0,045 | 0,050 | 0,049 | 0,057 | 0,044 | 0,035 | 0,036 | ... | 0,048                         |
| 430,92                              | 0,063  | 0,051 | 0,045 | 0,050 | 0,047 | 0,057 | 0,045 | 0,034 | 0,035 | ... | 0,047                         |
| 431,84                              | 0,063  | 0,052 | 0,044 | 0,048 | 0,047 | 0,058 | 0,043 | 0,034 | 0,034 | ... | 0,047                         |
| N                                   | ...  | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ... | ...                           |



**Slika 6.** Vrijednost koeficijenta refleksije za uzorak obične jеле (*Abies alba* Mill.) 16. piksel na 0° (Ančić 2011).

Figure 6. The reflection coefficient value for a sample of silver fir (*Abies alba* Mill.) 16th pixel at 0° (Ančić 2011).

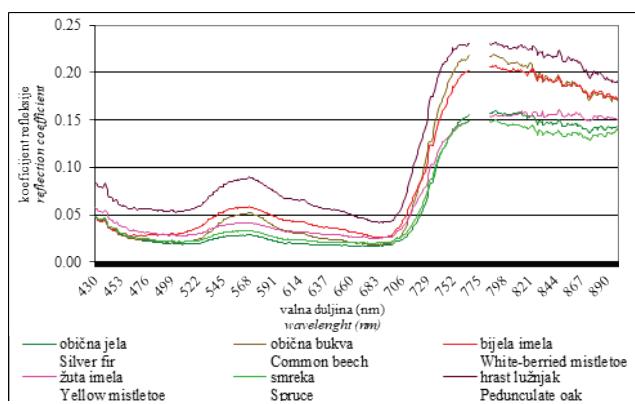


**Slika 7.** Aritmetičke sredine koeficijenata refleksije za običnu jelu (*Abies alba* Mill.) po stupnjevima i njihova prosječna vrijednost (Ančić 2011).

Figure 7. Arithmetic means of the reflection coefficients for silver fir (*Abies alba* Mill.) by degrees and their average value (Ančić 2011).

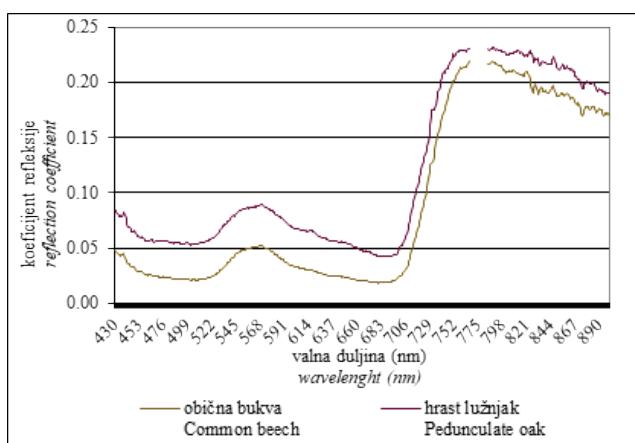
Nakon izdvajanja, izračunate su srednje vrijednosti aritmetičkih sredina po stupnjevima (zasebno za svaku vrstu) (tablica 5, slika 7)

U tablicama su isključeni dijelovi spektra od 766 do 784 nm (slika 7), zbog utjecaja apsorpcijskog maksimuma (apsor-



**Slika 8.** Grafički prikaz aritmetičkih sredina za sve snimane vrste.

Figure 8. Chart of arithmetic means for all recorded species.



**Slika 9.** Usporedba spektralnih krivulja za hrast lužnjak i običnu bukvu.

Figure 9. Comparison of spectral curves for Oak and Common beech.

pcija elektromagnetskog zračenja koju uzrokuje vodena para u zraku, a izaziva nagle padove i skokove u dijelovima spektralnog profila) (slika 6).

Uspoređene su spektralne krivulje prema šumskim staništima i prema tome koja je biljka domaćin kojoj od poluparazitskih biljaka. Osim usporedbom spektralnih krivulja, diferenciranje je potvrđeno i *t*-testom. Na taj način uspoređene su:

- spektralne krivulje hrasta lužnjaka i obične bukve (šume listopadnih hrastova izvan dohvata poplava (*Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1973 (Vukelić i dr. 2008));
- spektralne krivulje hrasta lužnjaka i poluparazitske žute imele na hrastu (Idžožić i dr. 2005, Idžožić i dr. 2006a, Idžožić i dr. 2006b, Idžožić i dr. 2007, Idžožić i dr. 2009));
- spektralne krivulje obične jеле, obične bukve i obične smrekе (bukovo jelove šume, pretplaninske bukovim šume i kontinentalne crnogorične šume (Vukelić i dr. 2008));

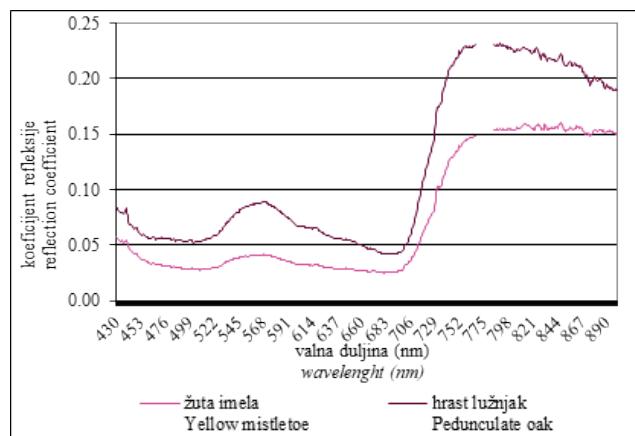
- spektralne krivulje obične jеле i poluparazitske bijele imele na jeli (Idžožić i dr. 2003, Idžožić i dr. 2006a, Idžožić i dr. 2006b, Idžožić i dr. 2007);
- spektralne krivulje poluparazitskih vrsta bijele i žute imele.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Dobiveni rezultati potvrđuju mogućnost razdvajanja spektralnih krivulja (slika 8), ali ujedno i ukazuju na preklapanje u pojedinim dijelovima spektra za pojedine vrste, što je bilo i očekivano.

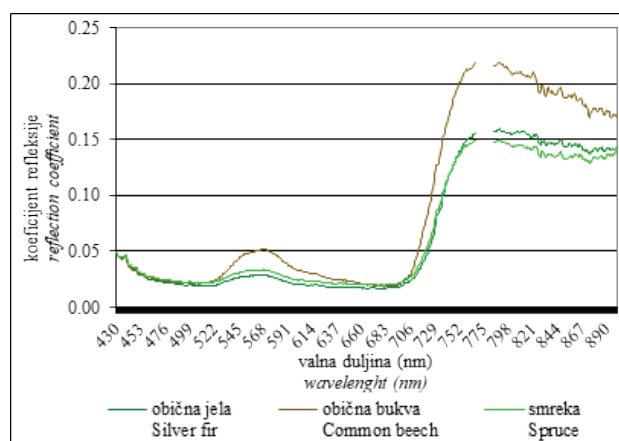
Uspoređene spektralne krivulje hrasta lužnjaka i obične bukve pokazuju jasnu diferencijaciju duž cijelog spektra od 430 do 900 nm, što dokazuje i rezultat *t*-testa  $p < 0,001$  (slika 9). Na grafičkom prikazu vidljivo je kako hrast lužnjak i obična bukva dobro diferenciraju u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra.

Usporedbom spektralnih krivulja hrasta lužnjaka i žute imele koja dolazi na hrastu lužnjaku, vidimo jasno razliko-



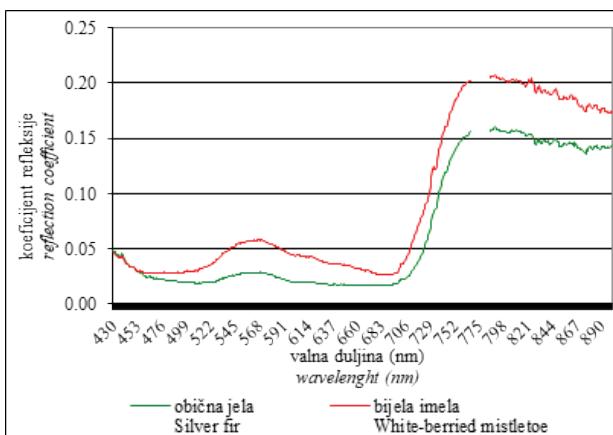
**Slika 10.** Spektralne krivulje hrasta lužnjaka i žute imele.

Figure 10. Spectral curves for Oak and Yellow mistletoe.

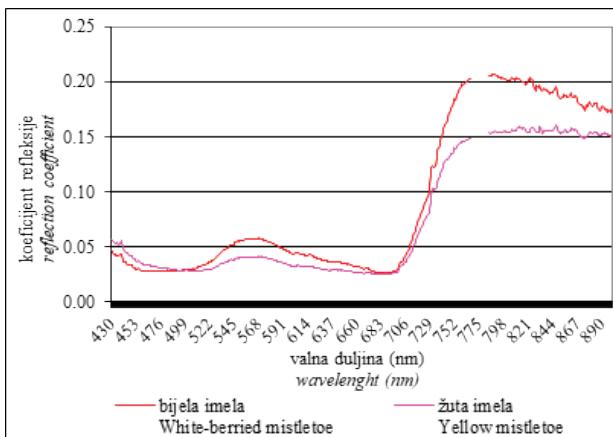


**Slika 11.** Spektralne krivulje obične jеле, obične bukve i obične smrekе.

Figure 11. Spectral curves for Silver fir, Common beech and Spruce.



**Slika 12.** Spektralne krivulje obične jеле i bijele imele (Ančić 2011)  
**Figure 12.** Spectral curves for Silver fir and White-berried mistletoe (Ančić 2011).



**Slika 13.** Spektralne krivulje poluparazitskih vrsta bijele i žute imele  
**Figure 13.** Spectral curves for White-berried mistletoe and Yellow mistletoe.

vanje njihovih spektralnih krivulja ( $t$ -test  $p<0,001$ ), što ukazuje na mogućnost detekcije zaraženosti hrasta lužnjaka imelom (slika 10).

Nakon usporedbe spektralnih krivulja obične jеле, obične bukve i obične smreke (slika 11), vidljivo je kako se obična jela i obična smreka slabo diferenciraju u vidljivom dijelu ( $t$ -test  $p=0,917$ ), za razliku od obične bukve, čija je spektralna refleksija znatno veća u području *red edge* prema bližem infracrvenom području, ( $t$ -test  $p<0,001$ ) i  $t$ -test za običnu smrekiju i običnu bukviju ( $t$ -test  $p<0,001$ ).

Usporedbom spektralnih krivulja obične jеле i bijele imele (slika 12), možemo potvrditi njihovo jasno diferenciranje, što dokazuje uspješnost primjene u detekciji imela na hiperspektralnim snimkama.

Pregledom spektralnih krivulja bijele i žute imele (slika 13.), te njihovom usporedbom možemo utvrditi da se u vidljivom dijelu spektra obje vrste mogu teško razlikovati, dok se u području od 700 do 900nm njihove krivulje jasno raz-

dvajaju, što upućuje na mogućnost prepoznavanja i detekcije na snimkama ( $t$ -test  $p<0,001$ ).

Rezultati istraživanja proučavanih glavnih šumskih vrsta u Hrvatskoj i dvije vrste imela većinom su pokazali malu diferencijaciju spektralnih krivulja u vidljivom dijelu spektra, dok u bližem infracrvenom navedene vrste jasno diferenciraju, odnosno moguća je detekcija tih vrsta na hiperspektralnim snimkama. Isto je potvrđeno i  $t$ -testom, koji je pokazao statistički značajne razlike između svih spektralnih krivulja, osim između spektralnih krivulja obične jеле i obične smreke.

Takvo razdvajanje spektralnih krivulja olakšava njihovu determinaciju, kao i mogućnost razlikovanja jedne vrste (poluparazit bijela imela) unutar krošnje druge vrste (obična jela) (Ančić 2011, Ančić i dr. 2014). Budući da su provedenim istraživanjem potvrđene prednosti hiperspektralnih snimaka u detekciji vrsta drveća i zaraženosti pojedinih vrsta imelom, za preporučiti je operativnu primjenu ovih metoda u šumarstvu.

U prilog tome idu istraživanja Diminića i dr. (2011), kojima su zaključili da terestrička analiza prisutnosti imela u krošnji dubećeg stabla nije pouzdana. S jedne strane neuočljivost imela ne znači da analizirano stablo nije zaraženo imelom, jer grmovi mogu biti zaklonjeni granama, a s druge strane, stvarni broj grmova imela uopće nije moguće evidentirati zbog nemogućnosti detaljnog pregleda svake pojedine grane s tla. Jedina pouzdana metoda koja će nam dati stvarni uvid u zaraženost pojedine vrste drveća imelom, jest analiza na oborenim stablima. Nadalje naglašavaju da bi buduća istraživanja praćenja zaraze imelom trebalo usmjeriti na daljinska istraživanja, radi izbjegavanja obaranja većeg broja stabala i zahtjevnijih terenskih radova.

## ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenih snimanja pojedinih vrsta drveća i dvije poluparazitske vrste, hiperspektralnim linijskim skeinerom ImSpector V9 možemo donijeti sljedeće zaključke: provedenim istraživanjem definirani su postupci uzimanja uzoraka za određivanje endmembra i kreiranje spektralnih knjižnica;

određeni su čisti spektralni uzorci (*endmemberi*) za neke od najvrijednijih komercijalnih vrsta u Republici Hrvatskoj (hrast lužnjak, obična bukva, obična jela i obična smreka), te za dvije poluparazitske vrste (bijela i žuta imela);

spektralni potpisi navedenih uzoraka su dio spektalne knjižnice, te mogu poslužiti u budućim hiperspektralnim istraživanjima za detekciju vrsta drveća i zaraze imelom kako za potrebe šumarstva (zaštite šuma, uređivanja, iskoristavanja šuma) tako i za potrebe drugih znanstvenih disciplina.

## LITERATURA

- Ančić, M. 2011: Primjena multispektralnih i hiperspektralnih snimaka u procjeni oštećenosti obične jеле (*Abies alba* Mill) i detekciji imele (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.). Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- Ančić, M., R. Pernar, M. Bajić, A. Seletković, J. Kolić, 2014: Detecting mistletoe infestation on Silver fir using hyperspectral images, iForest - biogeosciences and forestry, 7: 85-91
- Asner, G. P., K. B. Heiderbrecht, 2002: Spectral unmixing of vegetation, soil and dry carbon cover in arid regions: comparing multispectral and hyperspectral observations. International Journal of Remote Sensing 23(19): 3939-3958.
- Baldridge, A. M., S. J. Hook, C. I. Grove, G. Rivera, 2009: The ASTER spectral library version 2.0. Remote Sensing of Environment 113: 711–715 str.
- Buckingham, B., K. Staenz, A. Hollinger, 2002: Review of Canadian airborne and space activities in hyperspectral remote sensing. Canadian Aeronautics and Space Journal 48(1): 115-121 str.
- Christensen, P. R., J. L. Bandfield, V. E. Hamilton, D. A. Howard, M. D. Lane, J. L. Piatek, S. W. Ruff, W. L. Stefanow, 2000: A thermal emission spectral library of rock-forming minerals. Journal of Geophysical Research-Planets 105(E4): 9735-9739 str.
- Clark, R. N., G. A. Swayze, A. J. Gallagher, T. V.V. King, W. M. Calvin, 1993: The U. S. Geological Survey, Digital Spectral Library. Version 1: 0.2 to 3.0 microns. U.S. Geological Survey Open File Report 93-592: 1340 str. Reston, Virginia, USA.
- Clark, R. N., G. A. Swayze, R. Wise, K. E. Livo, T. Hoefen, R. F. Kokaly, S. J. Sutley, 2007: USGS Digital Spectral Library splib06a. U.S. Geological Survey, Digital Data Series 231, <https://pubs.er.usgs.gov/publication/ds231>.
- Culvenor, D. S., 2002: TIDA: an algorythm for the delineation of tree crowns in high spatial resolution remotely sensed imagery. Computers and Geosciences 28(1): 33-44. Pergamon Press, Inc. Tarrytown, NY, USA
- Diminić, D., N. Potočić, A. Jazbec, M. Županić, 2011: Zaraženost bijelom imelom i status ishrane obične jеле u Gorskom kotaru. Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 223-237 str. Zagreb.
- Elvidge, C. D., 1990: Visible and infrared reflectance characteristics of dry plant materials. International Journal of Remote Sensing, vol. 11(10): 1775-1795 str.
- Elvidge, C. D., F. P. Portigal, D. A. Mouat, 1990: Detection of trace quantities of green vegetation in 1989 AVIRIS data. Second Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) Workshop, JPL: 35-41 str. Pasadena, CA.
- Grove, C. I., S. J. Hook, E. D. Paylor, 1992: Laboratory reflectance spectra for 160 minerals 0.4-2.5 micrometers. JPL Publication 92-2.
- Held, A., C. Ticehurst, L. Lymburner, N. Williams, 2003: High resolution mapping of tropical mangrove ecosystems using hyperspectral and radar remote sensing. International Journal of Remote Sensing 24(13): 2739-2759 str.
- Huber, S., M. Kneubühler, N. E. Zimermann, K. Itten, 2005: Potential of Spectral Feature Analysis to Estimate Nitrogen Concentration in Mixed Canopies. 4th Workshop on Imaging Spectroscopy. Warsaw, April 27-29 2005: 1-9 str.
- Idžočić, M., R. Pernar, Ž. Kauzlarić, M. Abramović, D. Janković, M. Pleše, 2003: Intenzitet zaraze obične jеле (*Abies alba* Mill.) imelom (*Viscum album* L. ssp. *abietis* (Wiesb.) Abrom.) na području Uprave šuma podružnice Delnice. Šum. list 11-12, CXXVII: 545-559 str. Zagreb.
- Idžočić, M., R. Pernar, Z. Lisjak, H. Zdelar, M. Ančić, 2005: Domaćini žute imele (*Loranthus europaeus* Jacq.) i intenzitet zaraze na području Uprave šuma podružnice Požega. Šum. list 1-2, CXXIX: 3-17 str. Zagreb.
- Idžočić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, B. Bradić, D. Husak, 2006a: „Žuta imela (*Loranthus europaeus* Jacq.) i bijela imela (*Viscum album* L.) na području Uprave šuma podružnice Bjelovar. Šumarski list. 3-4, CXXX: 101-111 str. Zagreb.
- Idžočić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, P. Beuk, I. Prgić, 2006b: Intenzitet zaraze žutom i bijelom imelom na području Uprava šuma podružnica Vinkovci i Nova Gradiška. Šumarski list, 9-10, CXXX: 399-409 str. Zagreb.
- Idžočić, M., M. Glavaš, M. Zebec, R. Pernar, J. Bećarević, K. Glova, S. Plantak, 2007: Žuta i bijela imela na području uprava šuma podružnica Našice i Osijek. Šumarski list br. 3-4, CXXXI: 125-135 str. Zagreb.
- Idžočić, M., Z. Marko, 2009: Žuta imela (*Loranthus europaeus* Jacq.) na hrastu lužnjaku (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U: Matić, S. ; Anić, I. (ur.) Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima: 117-127 str. HAZU, Zagreb.
- Korb, A. R., P. Dybwad, W. Wadsworth, J. W. Salisbury, 1996: Portable Fourier transform infrared spectroradiometer spectrometer for field measurements of radiance and emissivity. Applied Optics, vol.35, No. 10: 1679-1692 str.
- Kokaly, R. F., R. N. Clark, G. A. Swayze, K. E. Livo, T. M. Hoefen, N. C. Pearson, R. A. Wise, W. M. Benzel, H. A. Lowers, R. L. Driscoll, A. J. Klein, 2017: USGS Spectral Library Version 7: U.S. Geological Survey Data Series 1035: 61 str., <https://doi.org/10.3133/ds1035>
- Kumar, L., 1998: Modeling forest resources using geographical information system and hyperspectral remote sensing. Unpublished PhD Thesis, University of New South Wales, Sidney.
- Kumar, L., K. Schmidt, S. Dury, A. Skidmore, 2001: Imaging spectrometry and vegetation science. U: van der Meer, F. D., de Jong, S. M. (ur.): Imaging Spectrometry: basic principles and prospective applications, Kluwer Academic Publishers: 111-155 str, Dordrecht, The Netherlands.
- Lucas, R., A. Rowlands, A., O. Niemann, R. Merton, 2004: Hyperspectral Sensors and Applications. U: Varshney, P. K., Arora M. K. (ur.): Advanced Image Processing Techniques for Remotely Sensed Hyperspectral Data. Springer-Verlag Berlin Heilderberg New York: 11-49 str.
- Miljković, V., D. Gajski, E. Vela, 2017: Spatial Calibration of the Hyperspectral Line Scanner by the Bundle Block Adjusting Method. Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb, Geodetski list, Vol. 71 (94) No. 2: 127-142 str. Zagreb.
- Pernar, R., M. Bajić, D. Vučetić, M. Idžočić, M. Ančić, A. Seletković, 2005: Aerial high resolution imaging of the mistletoe for the assessment of forest decline in fir stands. ISPRS Hanover, Commission I, WG I/4.
- Pernar, R., M. Bajić, M. Ančić, A. Seletković, M. Idžočić, 2007: Detection of mistletoe in digital colour infrared images of infested fir trees. Periodicum Biologorum, vol. 109, No 1, 67-75.
- Piwowar, J. M., D. R. Peddle, D. P. Davidson, 1999: Assessing Annual Forest Ecological Change in Western Canada Using Temporal Mixture Analysis of Regional Scale AVHRR Imagery

- Over a 14 Year Period. Proceedings, 4th Int. Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition / 21st Canadian Symposium on Remote Sensing, 21-24 June 1999, Vol. II: 91-97 str, Ottawa Ontario, Canada.
- Rajendran, S., S. Aravindan, T. Jeyavel Rajakumar, R. Sivakumar, K. R. Murali Mohan, 2009: Hyperspectral Remote Sensing and Spectral Signature Applications. NIPA, Pitam Pura, 508 str, New Delhi, India.
  - Salisbury, J. W., L. S. Walter, N. Vergo, D. M. D'aria, 1991: Infrared (2.1- 25 micrometers) Spectra of Minerals. Johns Hopkins University Press: 294 str. Baltimore, MD.
  - Salisbury, J. W., A. Wald, D. M. D'aria, 1994: Thermal-infrared remote sensing and Kirchhoff's law: 1. Laboratory measurements. Journal of Geophysical Research, vol.99 No. B6: 11897-11911 str.
  - Santonu, G., M. Kuldeep, 2015: Development of a Web-based Vegetation Spectral Library (VSL) for Remote Sensing Research and Applications. PeerJ PrePrints, CC-BY 4.0 Open Access, <https://dx.doi.org/10.7287/peerj.preprints.915v1>
  - Shippert, P., 2003: Introduction to Hyperspectral Image Analysis. Online Journal of Space Communication, Issue no.3: Remote Sensing of Earth via Satellite: 12 str.
  - Šemanjski, S., D. Gajski, M. Bajić, 2009: Transformation of the Hyperspectral Line Scanner into a Strip Imaging System. Proceedings of Disaster Management and Emergency Response in the Mediterranean Region. U: Oluić (ur.). First EARSeL Conference, Zadar, Croatia: 369-375 str.
  - Ticehurst, C., L. Lymburner, A. Held, C. Palylyk, D. Martindale, W. Sarosa, S. Phinn, M. Stanforf, 2001: Mapping tree crowns using hyperspectral and high spatial resolution imagery. Proceedings of 3rd International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, Denver, Colorado, CD.
  - Treitz, P. M., P. J. Howard, 1999: Hyperspectral remote sensing for estimating biophysical parameters of forest ecosystems. Progress in Physical Geography 23(3): 359-390str.
  - Vukelić, J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj, Nacionalna ekološka mreža, Državni zavod za zaštitu prirode, 263 str, Zagreb.

## SUMMARY

All objects reflect, absorb or emit electromagnetic radiation depending on the composition, creating unique patterns called spectral signatures or endmembers. Pure spectral samples are defined in ideal field or laboratory conditions, where the spectrum of reflection is obtained using a spectroradiometer focused on one surface. According to researches, most spectral-pure samples refer to mineral exploration. Spectral signatures of vegetation, unlike minerals, are dynamic (in spectral, spatial and temporal resolution), considerably demanding for collecting and documenting, and need to be incorporated with caution in spectral libraries. There are several spectral libraries (bigger and smaller) that are organized by chapters which consist of samples that are adequately reviewed and documented to determine the spectrum quality. In this study, the spectral signatures for several species in Croatia were isolated: Oak (*Quercus robur* L.), Common Beech (*Fagus sylvatica* L.), Silver fir (*Abies alba* Mill.), Norway spruce (*Picea abies* L.), White-berried mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *Abietis* (Weisb.)) and Yellow Mistletoe (*Loranthus europaeus* Jacq.). The purpose of the research was to establish a spectral library for future research into hyperspectral scanners for tree species detection.

For collecting spectral signatures, the hyperspectral line scanner ImSpector V9 was used to capture the visible and near infrared spectrum (430-900 nm). In addition, the FODIS solar radiation sensor was used to obtain the average value of the solar insolation at the time of recording. Recording was performed under controlled conditions. Samples were placed on the circular base with the indicated division for every 45 degrees exactly in the center of the optical axis of the scanner and were rotated circularly. Spectral images were then processed in ImageJ software where data was extracted for further analysis.

After calculation of the mean values by species, comparisons were made between species. The obtained results showed overlaps in the visible part of the spectrum. In the near infrared part of the spectrum they differentiate from one another, apropos the results show that there is a difference between the spectral curves of the samples.

The research carried out defines sampling procedures and obtained spectral signatures for the investigated species. Spectral signatures have become part of the spectral library, and the most significant result of the research is the ability to detect the species on hyperspectral images.

---

**KEY WORDS:** spectral signatures (endmembers), pedunculate oak, common beech, silver fir, Norway spruce, white-berried mistletoe, yellow mistletoe.



## 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.

# ISTRAŽIVANJE ČAGLJA (*Canis aureus*) U PARKU PRIRODE LONJSKO POLJE AKUSTIČNOM METODOM I METODOM FOTOZAMKI

## RESEARCH OF GOLDEN JACKAL (*Canis aureus*) IN THE NATURE PARK LONJSKO POLJE BY ACOUSTIC AND CAMERA TRAPS METHODS

Goran GUŽVICA<sup>1</sup>, Monika PETKOVIĆ<sup>1</sup>, Marko AUGUSTINOVIC<sup>1</sup>, Lidija ŠVER<sup>2\*</sup>

### SAŽETAK

Naglo širenje područja obitavanja čaglja, ali i povećanje gustoće populacije, govori o visokom stupnju prilagodljivosti te vrste različitim stanišnim uvjetima. Prije 15-tak godina, pojava čaglja na području Parka prirode (PP) Lonjsko polje bila je sporadična, dok danas na tom području nedvojbeno egzistiraju teritorijalni čopori. U razdoblju od 2012. do 2015. godine provedeno je istraživanje s ciljem utvrđivanja broja i minimalne prosječne teritorijalne gustoće čopora čagljeva na području PP Lonjsko polje primjenom akustične metode i metode fotozamki.

Akustičnom metodom je procijenjeno da je na području PP Lonjsko polje u istraživanom razdoblju obitavalo 14 teritorijalnih čopora čagljeva, područje odaziva čagljeva bilo je od 186,30 do 214,50 km<sup>2</sup> te se minimalna procijenjena gustoća čopora čagljeva kretala u rasponu od 0,65 do 0,75 na 10 km<sup>2</sup>. U usporedbi s drugim istraživanim područjima u Hrvatskoj teritorijalna gustoća čopora čagljeva procijenjena akustičnom metodom na području PP Lonjsko polje je nešto manja, a jedan od mogućih razloga je činjenica da su određeni dijelovi PP Lonjsko polje u nekim razdobljima nedostupni čaglevima zbog poplava, što bi moglo imati utjecaj na njihovo korištenje prostora.

U razdoblju od 2012. do 2015. godine metodom fotozamki je prikupljeno 437 (8,8 %) fotografija/video isječaka na kojim su zabilježeni čagljevi. Nakon uklanjanja triplikata preostalo je 336 događaja čaglja odnosno fotografija/video isječaka na kojima je ukupno zabilježeno 359 jedinki čaglja, bez mogućnosti determinacije na razini jedinke. Od ukupnog broja događaja, jedna jedinka je zabilježena u 94,64 % događaja, a u 0,30 % događaja zabilježen je najveći broj jedinki, odnosno 5 jedinki na istoj fotografiji/video isječku. Uporabom metode fotozamki je utvrđeno da je najveći stupanj aktivnosti čagljeva noću (73,51 % od ukupnog broja događaja) i u sumrak (19,64 %), ali su zabilježene i dnevne aktivnosti (6,85 %). Najveći broj događaja, zabilježen je između 3 i 5 sati. Tijekom dana, u četiri godine primjene metode fotozamki, nikada nije snimljena fotografija čaglja između 14 i 16 sati te 17 i 18 sati. Čaglji iskorištava resurse koje mu omogućavaju ljudske aktivnosti i naseljena područja. Međutim, ako na području obitavanja čaglja prevladavaju mozaici poljoprivrednih površina, gdje plijena ima u izobilju, ali je ograničena mogućnost dnevnog zaklona, čagljevi se pretežito kreću noću, što smanjuje rizik od susreta s ljudima.

**KLJUČNE RIJEČI:** čaglav, *Canis aureus*, brojnost i gustoća čopora, fotozamke, akustična metoda, PP Lonjsko polje

<sup>1</sup> Dr. sc. Goran Gužvica, E-mail: gguzvica@oikon.hr; Marko Augustinović, mag. ing. silv., E-mail: maugustinovic@oikon.hr; Monika Petković, mag. educ. biol. et chem., E-mail: mpetkovic@oikon.hr, OIKON d.o.o. – Institut za primjenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, HR-10020 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Izv. prof. dr. sc. Lidija Šver, Laboratorij za biologiju i genetiku mikroorganizama, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska; E-mail: lsver@pbf.hr

\* Autor za korespondenciju (corresponding author): Lidija Šver, E-mail: lsver@pbf.hr

## UVOD

### INTRODUCTION

Čagaj (Canis aureus Linné, 1758) je pripadnik porodice pasa (Canidae) kojeg karakterizira oportunitizam i život u čoporu. U Europi postoje dvije populacije čagljeva, sredozemna i panonska od kojih su obje zastupljene u Hrvatskoj (Zachos i sur. 2009, Fabbri i sur. 2014, Rutkowsk i sur. 2015, Anonymous 2015). U Hrvatskoj je zabilježen još u 15. stoljeću (Kryštufek i Tvrtković 1990) te se ubraja u autohtone vrste. U većem broju je poznat na jugoistoku Hrvatske i u sjevernoj Dalmaciji (Kryštufek i Tvrtković 1990, Kryštufek i sur. 1997, Krofel 2007, 2008, Bošković i sur. 2009). Između 50-ih i 70-ih godina prošloga stoljeća čagljevi su se počeli širiti u panonskom području te je populacija počela rasti (Kryštufek i sur. 1997, Bošković i sur. 2010, Šálek i sur. 2014, Trouwborst i sur. 2015, Anonymous, 2015). To podupire činjenica da u vrijeme spolnog sazrijevanja i odrastanja značajan broj jedinki dispergira iz čopora te se time povećava područje njegove rasprostranjenosti, što potvrđuju i genetske analize i raspon kretanja jedinke obilježene GPS ogrlicom (Moehlman 1987, Zachos i sur. 2009, Rutkowsk i sur. 2015, Kapota i sur. 2016, Lanszki i sur. 2018). Tome doprinosi i sve veća dostupnost prikladnih staništa za čagla koja bivaju oslobođena smanjenjem ili nestankom sivog vuka, *Canis lupus* (Giannatos 2004, Krofel i sur. 2017, Gužvica i sur. 2018). Stupanj istraženosti čagla znanstvenim metodama u Hrvatskoj je relativno nizak, te rezultati ne pružaju mogućnost procjene brojnosti, posebice dinamike populacije čagla. Većina dosadašnjih spoznaja temelji se na podacima iz sektora lovstva (Selanec i sur. 2011, Selanec i sur. 2012, Bošković i sur. 2013, Bezmalinović i sur. 2018). U posljednjih 15-tak godina populacija čagla se povećala posebice u kontinentalnom dijelu Hrvatske (Selanec i sur. 2012, Bezmalinović i sur. 2018). Novija istraživanja praćenjem prijelaza životinja na zelenim mostovima preko autoceste pokazuju pojavnost i povećanje brojnosti čagla u kontinentalnom, odnosno gorском dijelu Hrvatske (Gužvica i sur. 2018). Na području Parka prirode (PP) Lonjsko polje unatrag desetak godina pojava čagla bila je sporadična, dok danas na tom području nedvojbeno egzistiraju teritorijalni čopori. Cilj provedenog istraživanja bio je utvrđivanje broja i minimalne prosječne gustoće čopora čagljeva na području PP Lonjsko polje.

## MATERIJALI I METODE

### MATERIALS AND METHODS

#### Opis područja istraživanja – Study area

Istraživanje je provođeno na području PP Lonjsko polje u okviru projekta „Praćenje utjecaja odlagališta otpada na populaciju čagljeva (Canis aureus) na području Parka prirode Lonjsko polje“ u razdoblju od 2011. do 2015. godine. Terenska istraživanja provođena su od 2012. do 2015. godine.

PP Lonjsko polje smješten je u središnjem dijelu Republike Hrvatske, omeđen padinama Moslavačke gore i autocestom A3 Bregana-Zagreb-Slavonski Brod-Lipovac sa sjeverne, a rijekom Savom s južne strane. Nalazi se u aluvijalnoj ravnici središnjeg slijeva rijeke Save koja sa svojim pritocima i rukavcima stvara mozaike različitih staništa tipičnih za poplavljena područja. (Lončar 2006).

Sukladno Nacionalnoj klasifikaciji staništa na području Lonjskog polja se osim prirodnih i/ili do prirodnih staništa nalaze i antropogeno uvjetovana staništa na kojima prirodno obitavaju brojne biljne i životinjske svoje karakteristične za europsko-sjevernoameričku regiju. Najveću površinu Parka zauzimaju nizinske poplavne šume (otprilike 67,7 % površine), potom antropogeno uvjetovani stanišni tipovi izgrađena i industrijska staništa te mozaici kultiviranih površina. Od drvenastih vrsta najzastupljenije su hrast lužnjak (*Quercus robur*) i obični grab (*Carpinus betulus*). Osim kopnenih staništa, PP Lonjsko polje prožeto je stalnim i povremenim vodama stajačicama, kanalima, povremenim vodotocima i tekućicama, koji mogu biti manje ili više obrasli vegetacijom, koji čine izvor bioraznolikosti takvih područja. Područje Lonjskog polja, protežući se preko 50 650 ha, čini jedno je od najvećih nereguliranih poplavnih nizina u Europi, kompleks poplavnih šuma, močvara, livada, bara i riječnih rukavaca te poljoprivrednih površina. Fauna kukaca (Insecta), kao najveće skupine kopnenih beskralješnjaka, svojom biomasom čini značajni udio faune ovog područja, što je posljedica upravo kombinacije specifičnih stanišnih uvjeta ovoga područja. Na Lonjskom polju nalazimo 39 vrsta vretenaca, a fauna leptira iznimno je brojna te ponajviše vezana uz nitrofilne pašnjake i livade košanice (Gugić i sur. 2008). Tu obitava i više od 70 % svih vrsta ptica zabilježenih u Hrvatskoj, unatoč tomu što nema planinskih i mediteranskih vrsta. Zabilježeno je oko 250 vrsta ptica, od čega se 134 vrste ovdje i grijezde (Gugić i sur. 2008).

Od vrsta sisavaca na području Parka prisutne su vrste vezane uz vodenu staništa, vidra (*Lutra lutra*), vodenu rovku (*Neomys fodiens*), voden voluhar (*Arvicola terrestris*) i dabar (*Castor fiber*), kao i vrste vezane isključivo za koprena staništa, poput 14 vrsta malih sisavaca kojima stanište predstavljaju poplavne šume hrasta lužnjaka (riđa voluharica (*Clethrionomys glareolus*) i šumska miš (*Apodemus flavicollis*) od glodavaca te šumska rovka (*Sorex araneus*) od kukcojeda, divlja svinja (*Sus scrofa*), obična srna (*Capreolus capreolus*) kao i vrlo stabilna populacija običnog jelena (*Cervus elaphus*)) (Gugić i sur. 2008).

Temeljna grana privređivanja lokalnog pučanstva na području Parka je poljoprivreda, a unutar poljoprivrede stočarska proizvodnja organizirana kao tradicionalna ekstenzivna proizvodnja (pašarenje, žirenje, košnja) koja također doprinosi specifičnosti staničnih uvjeta. Krupna stoka je na pašnjacima cijelo ljetno do kasne jeseni ili do novih poplava

u listopadu i studenom (Gugić i sur. 2008). Na pašnjacima se odvija i ispaša autohtonih rasa svinja, u hrastovim šumama i šumama poljskog jasena. Pod utjecajem tradicionalnog stočarstva formirani su tzv. šumski otoci koji su na pašnjacima ostavljeni kao sjenovita područja za zaklon krupe stoke te poljski putevi koje stočari dnevno koriste za tjeranje stoke na ispašu.

Prema Bošković i suradnicima (2009), čagaj se na lovištima ponajprije hrani lešinama i otpacima, ali su mu u prehrani vrlo zastupljeni i mali glodavci, čije su populacije na Lonjskom polju vrlo raznolike i brojne upravo zbog prisutnosti velikih poljoprivrednih površina i travnjaka. Također, prema Radović i Kovačić (2010) vrlo važnu ulogu u prehrani čaglja osim sisavaca imaju i insekti i ptice, uključujući i ptičja jaja, koji su kao izvor hrane na području Lonjskog polja vrlo dostupni.

### Akustična metoda – *Acoustic method*

Akustična metoda (Giannatos i sur. 2005, Krofel 2007, 2008) provodila se radi procjene broja i gustoće teritorijalnih čopora čagljeva u PP Lonjsko polje. Područje istraživanja podijeljeno je na kvadrante veličine  $2 \times 2$  km. Površina od  $4 \text{ km}^2$ , čini prosječnu veličinu životnog prostora (*home range*) čopora čaglja na području Lonjskog polja. Procjena veličine životnog prostora dobivena je prema rezultatima telemetrijskog praćenja jedinke čaglja obilježene GPS ogrlicom koje je također provedeno u sklopu ovog projekta ( $\text{MCP} = 5 \text{ km}^2$ ,  $\text{KDE} = 3 \text{ km}^2$ , neobjavljeni podaci) te temeljem objavljenih literaturnih podataka (Giannatos 2004, Rotem i sur. 2011). Unutar svakog kvadrata odabrana je jedna ili više lokacija s kojih se emitirala snimka zavijanja čagljeva. Kao lokacije emitiranja zavijanja izabrana su mjesta s obzirom na specifične stanišne uvjete Lonjskog polja (dostupne lokacije), a na kojima je pozadinska buka (blizina glavnih cesta, naselja) bila minimalna. Zvuk zavijanja tri čaglja je emitiran u trajanju od 30 sekundi, nakon čega je uslijedila pauza u trajanju od 5 minuta. Ako se nije čuo odaziv uslijedilo je ponavljanje seta emitiranja i pauze do šest puta. Prema navodu Giannatos i suradnika (2005) samo teritorijalni čopori čagljeva odgovaraju na emitirano zavijanje. Akustična metoda provođena je na području Parka prirode Lonjsko polje, a odaziv je zabilježen na lokacijama prikazanim na Slici 1.

Procjena broja čopora napravljena je Point Cluster i Heatmap analizom u programu Q GIS 3.4. Formiran je raster veličine  $2 \times 2$  km i preklopjen s točkama odaziva čaglja. Vrijednost varijable „Distance“, odnosno „Radius“ u analizi Point Cluster i Heatmap metodom definirana je kao  $2 \text{ km}$  na osnovi navoda Giannatosa i sur. (2005) da je najveća udaljenost s koje čovjek može tijekom mirne noći bez vjetra i kiše odaziv čaglja  $1,8$  do  $2 \text{ km}$  (radius). Rezultati obje metode analize u kombinaciji s formiranim rasterom koji predstavlja veličinu prosječnog životnog prostora čaglja

(*home range*) utvrđen je broj čopora. Potom je GIS analizom oko lokacije odaziva opisan buffer od  $1,8$  te  $2 \text{ km}$  te je tako izračunata efektivna površina ( $r^2\pi$ ) za auditivni odgovor čagljeva koja iznosi između  $10,18$  i  $12,57 \text{ km}^2$  (Krofel 2008). Funkcijom „Dissolve“ u sklopu alata „Geoprocessing Tools“ izračunata je ukupna efektivna površina na kojoj je utvrđen broj čopora.

Minimalna prosječna teritorijalna gustoća čopora čagljeva na  $10 \text{ km}^2$  izračunata je kao odnos broja čopora i ukupne površine odaziva čagljeva.

### Metoda fotozamki – *Camera trapping method*

Digitalne fotozamke s pasivnim infracrvenim senzorom (PIR) i infracrvenom bljeskalicom (NoFlash, Cuddeback, Green Bay, WI, SAD; Ecotone, Gdynia, Poljska; Trophy Cam 2010, Bushnell, Overland Park, KS, SAD) postavljane su u blizini lokacija odaziva čagljeva utvrđenih akustičnom metodom ili na mjestu gdje se očekivalo pojavljivanje čagljeva, primjerice tamo gdje su nađeni izmeti ili tragovi. Fotozamke su bile programirane na snimanje ili jedne fotografije i 30 sekundi video isječka ili tri uzastopne fotografije. Tako je omogućeno prebrojavanje jedinki čaglja na prikupljenim fotografijama ili videozapисima. Fotozamke su bile aktivne kontinuirano tijekom dana i noći s odgodom od 1 minute između dva događaja. Senzor za detekciju pokreta bio je postavljen na visoku osjetljivost i na automatsko mijenjanje razine osjetljivosti za dan i noć. Snaga bljeskalice postavljena je na visoku (prilagođena na veću udaljenost). Ukupno je korišteno pet fotozamki koje su strateški periodički razmještane radi pokrivanja što većeg područja. Analizirane su snimljene fotografije i videozapisi te determinirane vrste životinja i određen broj jedinki. Za analizu prebrojavanja jedinki u čoporu, dnevno/noćne/sumračne te cirkadijalne aktivnosti čagljeva, od ukupnog broja snimljenih čagljeva po događaju, odnosno jednoj aktivaciji fotozamke prolaskom životinje, od triplikata ili fotografije i video isječka je izabrana samo jedna fotografija ili video isječak na kojoj je zabilježen najveći broj jedinki. Za analizu dnevno/noćne/sumračne i cirkadijalne aktivnosti, fotografije/video isječci su razvrstani prema datumu i vremenu snimanja na noćne (sat nakon zalaska sunca do sat prije izlaska sunca), dnevne (sat nakon izlaska sunca do sat prije zalaska sunca) i sumračne (sat prije i sat poslije izlaska i zalaska sunca) (Rockhill i sur. 2013). Vrijeme izlaska i zalaska sunca tijekom godine na području postavljenih fotozamki preuzeto je s web stranice [http://astrogeo.geof.hr/online\\_efemeride/sunrise\\_sunset/](http://astrogeo.geof.hr/online_efemeride/sunrise_sunset/). Za potrebe usporedbe dnevnih/noćnih aktivnosti s dostupnim podacima iz literature, napravljena je i raspodjela događaja na dnevne i noćne prema količini svjetlosti, pri čemu su noćnim fotografijama smatrane crno-bijele fotografije, odnosno fotografije snimljene u infracrvenom spektru.

Za analizu normalne distribucije podataka broja događaja korišten je Shapiro-Wilk test normalnosti, koji je potvrđio odstupanje od normalne distribucije podataka. S obzirom da je analizom histograma utvrđen pomak svih varijabli u istom smjeru, primjenom Studentovog t-testa za dvije varijable (McDonald 2014) testirana je značajnost razlike u pojavnosti događaja s obzirom na doba dana. Također, prema literaturi očekivana distribucija aktivnosti (Pyškova i sur. 2016) testirana je primjenom G-testa. Za sve statističke analize korišten je program R 3.1.3.

## REZULTATI

### RESULTS

#### Procjena broja i gustoće čopora akustičnom metodom – *Estimation of territorial packs number and density by acoustic method*

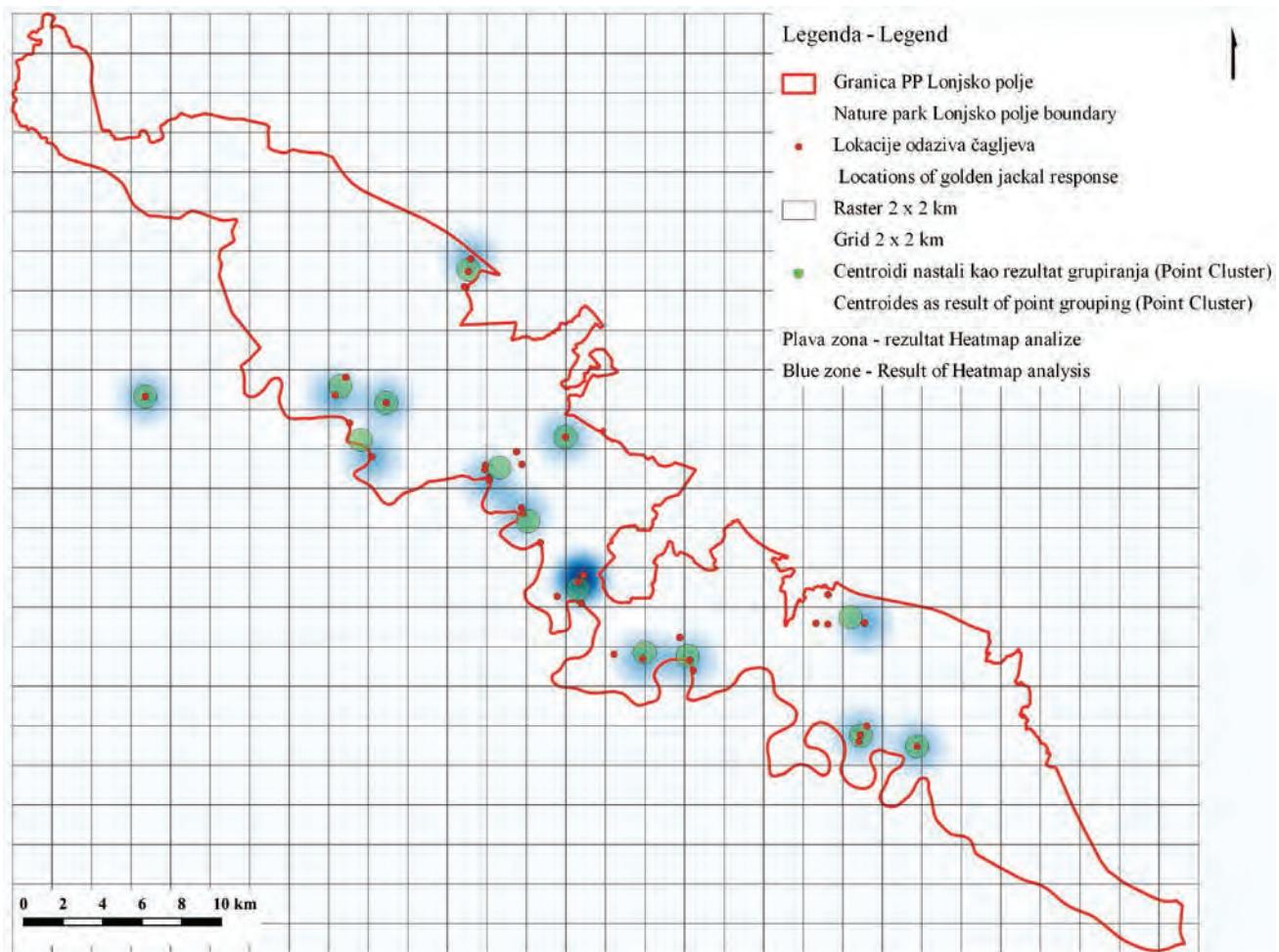
Akustičnom metodom izvršena je procjena broja i gustoće teritorijalnih čopora čagljeva u PP Lonjsko polje (Slika 1).

Tijekom razdoblja istraživanja akustična metoda provedena je na ukupno 109 lokacija, a odaziv čagljeva zabilježen je na 74 lokacije (67,9 %). U većini slučajeva na mjestima gdje su bili prisutni čagljevi odaziv se čuo nakon prvog ili drugog emitiranja zvuka.

Iz rezultata dobivenih provođenjem akustične metode izračunata je minimalna prosječna teritorijalna gustoća čopora čagljeva na području Parka prirode Lonjsko polje. Područje odaziva čagljeva procijenjeno je na 186,30 do 214,50 km<sup>2</sup>, a Point Cluster i Heatmap analizom procijenjen broj čopora čagljeva na tom području je 14, iz čega proizlazi da je minimalna prosječna teritorijalna gustoća čopora čagljeva od 0,65 do 0,75 na 10 km<sup>2</sup>.

#### Rezultati primjene metode fotozamki – *Results of camera trapping*

U razdoblju od 2012. do 2015. godine tijekom kojega je provođena metoda fotozamki prikupljeno je ukupno 7332 fotografije od kojih na 2340 (31,9 %) nije uočljiva životi-



**Slika 1.** Lokacije odaziva čagljeva dobivene akustičnom metodom i rezultati procjene broja čopora Point Cluster i Heatmap analizom na području Parka prirode Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine

**Figure 1.** Positions of golden jackals in Nature Park Lonjsko polje, estimated by acoustic method, and results of estimated number of packs derived from Point Cluster and Heatmap analysis, from 2012 to 2015

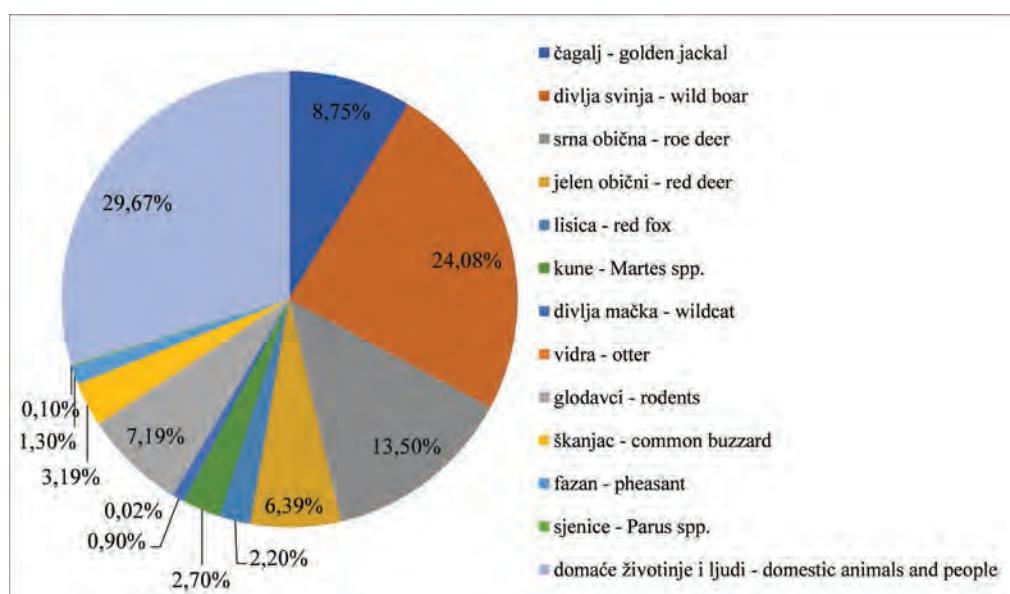


**Slika 2.** Fotografije čagljeva snimljenih u razdoblju od 2012. do 2015. godine metodom fotozamki na području Parka prirode Lonjsko polje  
**Figure 2.** Photographs of a golden jackal recorded in the Nature Park Lonjsko polje from 2012 to 2015 by camera trapping method

nja niti ikakvi tragovi kretanja ispred fotozamki. Od preostale 4992 fotografije na 437 (8,8 %) su zabilježeni čagljevi (Slika 2), dok su na ostalim fotografijama zabilježene sljedeće vrste životinja: divlja svinja (*Sus scrofa*), srna obična (*Capreolus capreolus*), jelen obični (*Cervus elaphus*), lisica (*Vulpes vulpes*), kune (*Martes spp.*), divlja mačka (*Felis silvestris*), vidra (*Lutra lutra*), škanjac (*Buteo buteo*), fazan (*Phasianus colchicus*), sjenice (*Parus spp.*), miševi (*Muridae*) te domaće životinje i ljudi (Slika 3). Odredbom taksonomske pripadnosti i analizom podataka dobiven je opći pregled faune područja PP Lonjsko polje. Među najzastupljenijim vrstama divljih životinja su divlja svinja (24,1 %) i srna (13,5 %), a na 29,7 % fotografija zabilježene su domaće životinje, ljudi i ljudske aktivnosti.

Nakon uklanjanja triplikata za daljnju analizu preostalo je 336 događaja čaglja odnosno fotografija ili video isječaka na kojim je ukupno zabilježeno 359 jedinki čaglja. S obzirom da u većini slučajeva na fotografijama nije moguće prepoznavanje čaglja na razini jedinke, od 359 snimljenih čagljeva nije moguće utvrditi koliko je puta snimljena ista jedinka.

Od ukupnog broja događaja, jedna jedinka je zabilježena u 94,64 % događaja, a u 0,30 % događaja zabilježen je najveći broj jedinki odnosno 5 jedinki na istoj fotografiji/video isječku (Tablica 1). Dakle, pet je minimalni broj jedinki u čoporu dobiven metodom fotozamki. Uporabom metode fotozamki utvrđeno je da je najveći stupanj aktivnosti čagljeva noću (73,51 % od ukupnog broja događaja), ali su za-



**Slika 3.** Postotni udio pojedinih vrsta zabilježenih metodom fotozamki na području PP Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine  
**Figure 3.** The percentage of records for each species in data obtained by camera trapping method in the Nature Park Lonjsko polje from 2012 to 2015

**Tablica 1.** Učestalost dnevnih, noćnih, sumračnih i ukupnih aktivnosti čaglja na području PP Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine  
**Table 1.** Frequency of daily, night, twilight and total activity of golden jackal in the Nature Park „Lonjsko polje“ from 2012 to 2015 obtained by camera trapping method

| broj jedinki na fotografiji/video isječku<br>Number of individuals per photo/video | broj događaja<br>Number of events |              |                    |                 | učestalost događaja<br>Frequency of events |                  |                        |                     |
|--|-----------------------------------|--------------|--------------------|-----------------|--|------------------|------------------------|---------------------|
|  | dan<br>Day                        | noć<br>Night | sumrak<br>Twilight | ukupno<br>Total | % dan<br>% Day                             | % noć<br>% Night | % sumrak<br>% Twilight | % ukupno<br>% Total |
| 1  | 23                                | 235          | 60                 | 318             | 7,23                                       | 73,90            | 18,87                  | 94,64               |
| 2  | 0                                 | 10           | 5                  | 15              | 0,00                                       | 66,67            | 33,33                  | 4,46                |
| 3  | 0                                 | 1            | 1                  | 2               | 0,00                                       | 50,00            | 50,00                  | 0,6                 |
| 4  | 0                                 | 0            | 0                  | 0               | 0  | 0                | 0                      | 0                   |
| 5  | 0                                 | 1            | 0                  | 1               | 0,00                                       | 100,00           | 0,00                   | 0,3                 |
| ukupno<br><i>Total</i>   | 23                                | 247          | 66                 | 336             | 6,85**                                     | 73,51            | 19,64*                 | 100                 |

\* $p < 0,05$

\*\*  $p < 0,01$

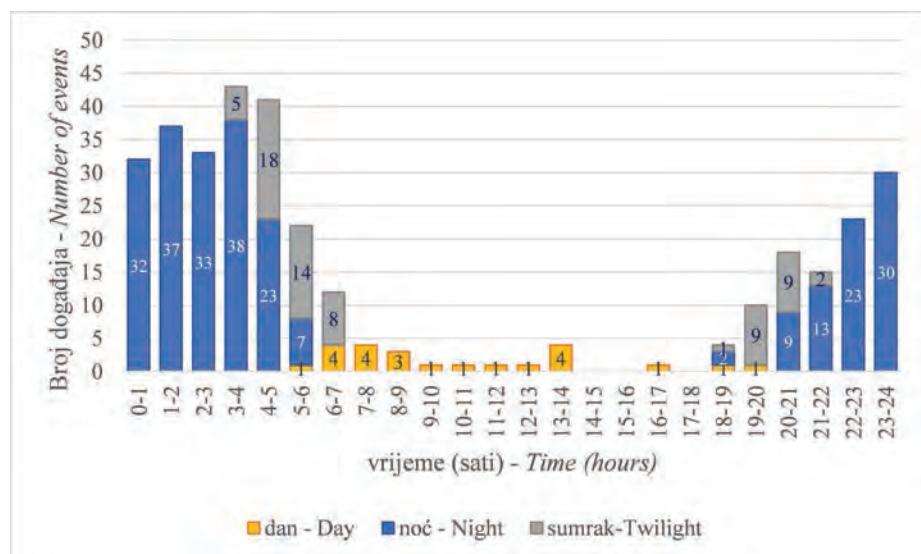
bilježene i dnevne aktivnosti čagljeva (6,85 %) te u sumrak (19,64 %) (Tablica 1). T-testom je utvrđena statistički značajna razlika u broju dnevnih i noćnih događaja ( $p < 0,01$ ) te broja događaja tijekom noći i sumraka ( $p < 0,05$ ). Na najvećem broju fotografija vidljiva je samo jedna jedinka čaglja (94,64 % svih događaja). Tijekom dana, PIR senzor aktivirala je isključivo samo po jedna jedinka i to u 7,23 % događaja od ukupnog broja fotografija na kojima je snimljena samo jedna jedinka. Više jedinki na istom događaju zabilježeno je samo u sumrak (33,33 % događaja sa zabilježene dvije jedinke te 50,00 % događaja s tri jedinke) te noću (66,67 % događaja sa zabilježene dvije jedinke i 50,00 % događaja s tri jedinke). Maksimalni broj od pet jedinki tijekom istog događaja zabilježen je noću. Podjelom broja događaja samo na dnevne i noćne, utvrđeno je da je najveći stupanj aktivnosti čagljeva noću (92,56 % od ukupnog broja događaja), dok su dnevne aktivnosti čagljeva zabilježene u 7,44 % događaja.

Najveći broj događaja, zabilježen je između 3 i 4 sata te između 4 i 5 sati (Slika 4). Tijekom dana, u četiri godine primjene metode fotozamki, nikada nije snimljena fotografija čaglja između 14 i 16 sati te 17 i 18 sati.

## RASPRAVA

### DISCUSSION

Akustična metoda provođena je kontinuirano na većem dijelu PP Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine. Dobivene rezultate treba promatrati uvjetno, jer postoji vjerojatnost da se na više lokacija čuo odaziv jedinke koje pripadaju istom čoporu budući da se pojedine jedinke i dijelovi čopora povremeno i privremeno dispergiraju (Moehlman 1987, Zachos i sur. 2009, Kapota i sur. 2016, Lanszki i sur. 2018). Na osnovi analize podataka dobivenih akustičnom metodom je procijenjeno da je na području PP Lonjsko polje obitavalo 14 teritorijalnih čopora čagljeva.



**Slika 4.** Raspodjela cirkadijalne aktivnosti čagljeva zabilježenih metodom fotozamki na području PP Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine  
**Figure 4.** Distribution of the golden jackal circadian activity recorded by camera trapping method in the Nature Park Lonjsko polje from 2012 to 2015

Prema metodi Giannatosa i suradnika (2005) područje odaživa čagljeva procijenjeno je na 186,30 do 214,50 km<sup>2</sup> te je utvrđeno, s obzirom na procijenjeni broj čopora, da se minimalni procijenjeni broj teritorijalnih čopora čagljeva krećao u rasponu od 0,65 do 0,75 na 10 km<sup>2</sup> na istraživanom području PP Lonjsko polje. Istraživanje gustoće populacije čaglja nizinskog područja Balkanskog poluotoka akustičnom metodom provedeno od 2007. do 2012. godine je pokazalo da je prosječni broj čopora 0,6 na 10 km<sup>2</sup>, ali s velikim rasponom od 0,1 do 1,1, a lokalno i do 4,8 na 10 km<sup>2</sup> (Šálek i sur. 2014). Procijenjena gustoća teritorijalnih čopora čagljeva u sjevernom i središnjem dijelu Bosne i Hercegovine iznosi 0,26 čopora/10 km<sup>2</sup> te je njihova zastupljenost veća u sjevernom dijelu (0,33 čopora/10 km<sup>2</sup>) što autori tumače imigracijom čaglja iz Hrvatske i, u manjoj mjeri, iz Srbije (Trbojević i sur. 2018). U usporedbi s drugim istraživanim područjima u Hrvatskoj teritorijalna gustoća čopora čagljeva procijenjena akustičnom metodom na području PP Lonjsko polje je gotovo ista s procijenjenom minimalnom prosječnom gustoćom čopora čagljeva na području Ravnih kotara (0,61 – 0,75 na 10 km<sup>2</sup>), a manja od one na otoku Viru (1,15 na 10 km<sup>2</sup>) (Krofel, 2008). Jedan od mogućih razloga manje gustoće čagljeva u PP Lonjsko polje je činjenica da su određeni dijelovi PP Lonjsko polje (poplavne šume čine oko 60 % površine) u nekim razdobljima nedostupni čagljevima zbog poplava, što bi moglo imati utjecaj na njihovo korištenje prostora. Tome u prilog govore i istraživanja Jaegera i suradnika (2007) koji su primjetili da čagljevi izbjegavaju poplavna područja.

Kontinuiranim provođenjem metode fotozamki na području PP Lonjsko polje u razdoblju od 2012. do 2015. godine prikupljene su 4992 fotografije na kojima su zabilježene divlje životinje, domaće životinje, ljudi i ljudske aktivnosti. Zastupljenost čaglja iznosila je 8,8 % od ukupnog broja fotografija. Također, uporabom metode fotozamki je utvrđeno da je najveći stupanj aktivnosti čagljeva u noćnim satima, ali su zabilježene i dnevne i sumračne aktivnosti. Usporedbom rezultata cirkadijalne aktivnosti čagljeva s istraživanjima provedenim u Republici Češkoj uočen je visok stupanj sličnosti u aktivnosti/neaktivnosti u istim satima tijekom dana (Pyškova i sur. 2016). U njihovom istraživanju tijekom 10 mjeseci, uočen je gotovo isti obrazac ponašanja, odnosno nepojavljivanje čaglja na fotografijama/video isjećcima o razdoblju od 14 do 16 sati i od 17 do 18 sati. Međutim, u ovom istraživanju 92,56 % zabilježenih fotografija/video isječaka bili su u noćnim satima u odnosu na istraživanje Pyškove i suradnika (2016) gdje je broj noćnih fotografija čaglja manji, odnosno 61 % (G-test,  $p < 0,0001$ ). Čagljevi su vrlo prilagodljivi te veličina čopora ovisi o dostupnosti i distribuciji resursa (Macdonald 1979, Admasu i sur. 2004, Jaeger i sur. 2007, Rotem i sur. 2011). Čaglji iskorištava resurse koje mu omogućavaju ljudske aktivnosti i naseljena područja (koristi ceste, odlagališta

komunalnog otpada i otpada nastalog lovnom aktivnosti kao izvor hrane), uključuje ih u svoje područje kretanja (Gupta i sur. 2014, Blumer 2015, Bošković i sur. 2010) te se broj jedinki u čoporu kreće od 10 do 20 jedinki (Macdonald 1979). Međutim, ako na području obitavanja čaglja prevladavaju mozaici poljoprivrednih površina, gdje plijena (grodavaca i domaće peradi) ima u izobilju, ali je ograničena mogućnost dnevnog zaklona, čagljevi žive samotnjački ili u parovima (Jaeger i sur. 2007). Korištenje staništa mozaika poljoprivrednih površina vjerojatno predstavlja kompromis između pristupa područjima bogatim hranom i povećanim rizikom od stradavanja zbog ljudskih aktivnosti (promet, lov, izravni progon). U tom slučaju, noćno kretanje smanjuje rizik od susreta s ljudima (Jaeger i sur. 2007, Rotem i sur., 2011). U ovom istraživanju, velika učestalost noćnih fotografija čagljeva u cirkadijalnoj aktivnosti vjerojatno je posljedica značajne zastupljenosti mozaika poljoprivrednih površina i vlažnih livada u PP Lonjsko polje.

U dalnjim istraživanjima nužno bi bilo primijeniti metodu prema Rowcliffe i suradnika (2008) koja omogućuje procjenu gustoće populacije pojedinih vrsta (uključujući i čaglja) bez determinacije na razini jedinke i predstavlja vrlo egzaktnu metodu za određivanje gustoće populacije. Prema toj metodi fotozamke trebale bi se rasporediti nasumičnim odabirom mjesta, međutim za provođenje te metode trebao bi znatno veći broj fotozamki, što u okviru ovog istraživanja nije bilo moguće provesti.

Osim navedenog, za preciznije određivanje brojnosti čopora, područja njihova kretanja (*home range*) i češćeg obitavanja (*core area*) te utvrđivanja njihove sklonosti pojedinim tipovima staništa, trebalo bi koristiti metodu GPS telemetrijskog praćenja više jedinki iz različitih čopora odnosno različitih dijelova PP Lonjsko polje.

## LITERATURA REFERENCES

- Admasu, E., S.J. Thirgood, A. Bekele, M.K. Laurenson, 2004: Spatial ecology of golden jackal in farmland in the Ethiopian Highlands. African Journal of Ecology, 42: 144-152.
- Anonymous 2015: Stručna podloga za utvrđivanje osnovnih odrednica obitavanja, statusa i smjernica gospodarenja čagljem (*Canis aureus L.*) u Republici Hrvatskoj. [e-dokument] Ministarstvo poljoprivrede i Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 102 str.
- Bezmalinović, H., T. Gomerčić, M. Sindičić, I. Selanec, 2018: Jackal population in Croatia continues to expand its distribution. U: P. Kružić, K. Caput Mihalić, S. Gottstein, D. Pavoković, M. Kučinić (ur.), 13th Croatian Biological Congress with International Participation, Hrvatsko biološko društvo, 318.-319., Poreč, Croatia
- Bošković, I., M. Šperanda, T. Florijančić, N. Šprem, S. Ozimec, D. Degmečić, D. Jelkić 2013: Dietary habits of the golden jackal (*Canis aureus L.*) in the eastern Croatia, Agriculturae Conspectus Scientificus 78, br. 3: 245-248. <https://hrcak.srce.hr/106914>

- Bošković, I., T. Florijančić, K. Pintur, R. Beck, D. Jelkić, 2010: Hranidba čaglja (*Canis aureus* L.) u istočnoj Hrvatskoj. U: S. Marić, Z. Lončarić (ur.), 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University, Agriculture Faculty in Osijek, 968.-972., Opatija, Croatia
- Bošković, I., T. Florijanić, A. Beck, R. Beck, K. Pintur, A. Opačak, S. Ozimec, 2009: Preliminary diet research on golden jackal (*Canis aureus aureus*) in eastern Croatia. Krmiva, 51: 305-311.
- Bulmer, Lisa, 2015: The impact of anthropogenic disturbance on the behaviour and ecology of the golden jackal (*Canis aureus*). 10.13140/RG.2.1.4080.6009.
- Fabbri, E., R. Caniglia, A. Galov, H. Arbanasić, L. Lapini, I. Bošković, T. Florijančić, A. Vlasseva, A. Ahmed, R.L. Mirchev, E. Randi, 2014: Genetic structure and expansion of golden jackals (*Canis aureus*) in the north-western distribution range (Croatia and eastern Italian Alps). Conservation Genetics, 15, 187-199.
- Giannatos, G., 2004. Conservation Action Plan for the golden jackal *Canis aureus* L. in Greece. WWF Greece, 47 str.
- Giannatos, G., Y. Marinos, P. Maragou, G. Catsadorakis, 2005: The status of the Golden Jackal (*Canis aureus* L.) in Greece. Belgian Journal of Zoology 135: 145-149.
- Gugić G., V. Hima, Z. Posavec, E. Bogović, D. Ivaštinović, 2008: Park prirode Lonjsko polje - živući krajobraz i poplavni ekosustav Srednje Posavine, Plan upravljanja, Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje.
- Gupta, S., A. Sanyal, G. Saha, K. A. Ghosh, 2014: Diurnal Activity Pattern of Golden Jackal (*Canis aureus* Linn.) in an Urban Landscape of Kolkata, India. Proceedings of the Zoological Society, 1-6. 10.1007/s12595-014-0119-2.
- Gužvica, G., M. Petković, M. Augustinović, Z. Mesić, L. Šver, 2018: Analysis of golden jackal occurrence on green bridges as an indicator of their range expansion. U: S. D. Jelaska (ur.), 3rd Croatian Symposium on invasive species – with international participation, Croatian Ecological Society, 65.-65., Zagreb, Croatia
- Jaeger, M.M., E. Haque, P. Sultana, R.L. Bruggers, 2007: Daytime cover, diet and space-use of golden jackals (*Canis aureus*) in agro-ecosystems of Bangladesh. Mammalia, 71: 1-10.
- Kapota, D., A. Dolev, G. Bino, D. Yosha, A. Guter, R. King, D. Saltz, 2016: Determinants of emigration and their impact on survival during dispersal in fox and jackal populations. Scientific Reports, 6, 24021.
- Krofel, M. 2007: Golden jackals (*Canis aureus* L.) on the Pelješac Peninsula (Southern Dalmatia, Croatia). Natura Croatica, 16: 201-204.
- Krofel, M. 2008: Survey of golden jackals (*Canis aureus* L.) in Northern Dalmatia, Croatia: Preliminary results. Natura Croatica, 17: 259-264.
- Krofel, M., G. Giannatos, D. Ćirović, S. Stoyanov, T.M. Newsome, 2017: Golden jackal expansion in Europe: a case of mesopredator release triggered by continent-wide wolf persecution? *Hystrix*, the Italian Journal of Mammalogy, 28: 9-15.
- Kryštufek, B., D. Murariu, C. Kurtonur, 1997: Present distribution of the golden jackal *Canis aureus* in the Balkans and adjacent regions. Mammal Review, 27: 109-114.
- Kryštufek, B., N., Tvrtković, 1990: Range expansion by Dalmatian jackal population in the 20th century (*Canis aureus* Linnaeus, 1758), *Folia Zoologica* 39: 291-296.
- Lanszki, J., G. Schally, M. Heltai, N. Ranc, 2018 Golden jackal expansion in Europe: First telemetry evidence of a natal dispersal. *Mammalian Biology*, 88: 81-84.
- Lončar, J. 2006: Park prirode Lonjsko polje. <http://www.geografija.hr/hrvatska/park-prirode-lonjsko-polje/> Pриступљено 10.03.2019.
- Macdonald, D.W. 1979: The flexible social system of the golden jackal, *Canis aureus*. Behavioral Ecology and Sociobiology, 5: 17-38.
- McDonald, J.H. 2014: Handbook of biological statistics (3rd Ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, 126-130.
- Moehlman, P.D. 1987: Social Organization in Jackals: The complex social system of jackals allows the successful rearing of very dependent young. American Scientist, 75: 366-375.
- Pyšková, K., D. Storch, I. Horáček, O. Kauzál, P. Pyšek, 2016: Golden jackal (*Canis aureus*) in the Czech Republic: the first record of a live animal and its long-term persistence in the colonized habitat. ZooKeys, 641: 151-163.
- Radović, A., D. Kovačić, 2010: Diet composition of the golden jackal (*Canis aureus* L.) on the Pelješac Peninsula, Dalmatia, Croatia. Periodicum biologorum, 112: 219 – 224.
- Rockhill, A.P., C. S. DePerno, R.A. Powell, 2013: The effect of illumination and time of day on movements of bobcats (*Lynx rufus*) ed M. Somers. PLoS ONE, 8, e69213.
- Rotem, G., H. Berger, R. King, P. Bar, D. Saltz, 2011: The effect of anthropogenic resources on the space-use patterns of golden jackals. Journal of Wildlife Management, 75: 132-136.
- Rowcliffe, J.M., J. Field, S.T. Turvey, C. Carbone, 2008: Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. Journal of Applied Ecology, 45: 1228-1236.
- Rutkowski, R., M. Krofel, G. Giannatos, D. Ćirović, P. Mannil, A.M. Volokh, J. Lanszki, M. Heltai, L. Szabó, O.C. Banea, E. Yavrulyan, V. Hayrapetyan, N. Kopaliani, A. Miliou, G.A. Tryfonopoulos, P. Lymerakis, A. Penezić, G. Pakelyte, E. Suchecka, W. Bogdanowicz, 2015: A European concern? genetic structure and expansion of golden jackals (*Canis aureus*) in Europe and the caucasus. PLoS ONE, 10, 1-22.
- Selanec, I., B. Lauš, M. Sindičić, 2011: Golden jackal (*Canis aureus*) distribution in Croatia. U: C. Denys (ur.), VIth European Congress of Mammology, 60.-60., Paris, France
- Selanec, I., B. Lauš, M. Sindičić, S.D. Jelaska, 2012: GIS analysis of golden jackal (*Canis aureus* L.) distribution in Croatia, U: S.D. Jelaska, G.I.V. Klobočar, L. Šerić Jelaska, D. Leljak Levanić, Ž. Lukša (ur.) 11th Croatian Biological Congress with International Participation, Hrvatsko biološko društvo, 96.-97., Šibenik, Croatia
- Šálek, M., J. Červinka, O.C. Banea, M. Krofel, D. Ćirović, I. Selanec, A. Penezić, S. Grill, J. Riegert, 2014: Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. European Journal of Wildlife Research, 60: 193-200.
- Trbojević, I., T. Trbojević, D. Malešević, M. Krofel, 2018: The golden jackal (*Canis aureus*) in Bosnia and Herzegovina: density of territorial groups, population trend and distribution range. Mammal Research 63: 341-348.
- Trouwborst, A., M. Krofel, J.D.C. Linnell, 2015: Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. Biodiversity and Conservation, 24: 2593-2610.
- Zachos, F.E., D. Ćirović, J. Kirschning, M. Otto, G.B. Hartl, B. Petersen, A.-C. Honnen, 2009: Genetic variability, differentiation, and founder effect in golden jackals (*Canis aureus*) from Serbia as revealed by mitochondrial DNA and nuclear microsatellite loci. Biochemical Genetics, 47: 241-250.

## SUMMARY

Golden jackal (*Canis aureus* Linné, 1758) belongs to the family Canidae, which is characterized by opportunism and life in a pack. The rapid dispersion of golden jackal, as well as the increase of population density, indicates a high degree of ability of this species to adjust to different habitat conditions. Only 15 years ago, the appearance of the golden jackal in the Lonjsko polje Nature Park (NP) was sporadic. Today, territorial packs in this area are widespread and confirmed.

Lonjsko Polje NP is located in the alluvial plain of the central Sava river basin, with mosaics of different habitats typical for flooded areas such as flooded forests, marshes, swamps, meadows and agricultural lands. Except insects, which make a significant proportion of fauna of this area, and mammal species related to aquatic and terrestrial habitats, more than 70% of all bird species recorded in Croatia inhabit NP Lonjsko polje. Small rodents, insects, birds and bird eggs, are highly represented in the diet of golden jackals.

During the research period from 2012 to 2015, the minimum number and minimum density of golden jackal territorial packs were estimated in the area of Lonjsko polje NP by acoustic and camera trap methods.

Using the acoustic (playback) method, we confirmed the existence of 14 territorial packs in Lonjsko polje NP (Figure 1). From each calling station a recorded group yip-howl was broadcasted, and the GPS locations where the jackal's response was heard, were recorded. For the calculation of the packs territory, around each recorded GPS location, the circle of 1.8 and 2 km radius was created. Outside of this radius human ear is not able to hear the sound of golden jackals howling. For the pack number estimation Point Cluster and Heatmap analysis in Q GIS 3.4. were used. By the use of the Q GIS function "Dissolve" in the Geoprocessing tools the total effective area of the response of the packs was calculated and it ranged from 186.30 to 214.50 km<sup>2</sup>. The minimum density of territorial packs per 10 km<sup>2</sup> was calculated as a ratio of the number of packs and the total area of response of jackals and ranged from 0.65 to 0.75 packs per 10 km<sup>2</sup>. If compared to other areas in Croatia, the territorial density of the jackal packs estimated by the acoustic method in the area of NP Lonjsko Polje was slightly smaller. This is probably due to land unavailability caused by floods which impacts the pattern of space use of animals.

As part of this research, in the period from 2012 to 2015, five camera traps had been set and were afterwards periodically relocated to the places where the occurrence of golden jackals was expected. The golden jackal was recorded on 437 (8.8% from all photos with recorded animal or humans; Figure 3) photos or video clips. After the removal of the triplicates, 336 events of golden jackal photos or video clips were confirmed (Table 1). Without distinguishing individuals from each other, altogether, 359 individuals were recorded. In 94.64% of all events, only one individual was recorded. The largest number of individuals, 5 individuals on the same photo/video clip, was recorded in 0.30% of events. To analyze daily/night/twilight activity and circadian rhythm, photos/videos were sorted by date and time in to 3 categories: day, night and twilight (Figure 4). Student's T-test for two variables confirmed the highest activity of golden jackal during the night (73.51% from all events, p < 0.01) and twilight (19.64%, p < 0.05). Daily activity was recorded as well (6.82% from all events). The maximum number of events was recorded between 3 and 5 AM. During the day, in the four years of application of the camera trap method, a photo of the jackal was never taken between 2 and 4 PM and 5 and 6 PM. Golden jackal exploits the resources out coming from human activities, especially in the areas inhabited by humans. However, if mosaics of cultivated areas are a dominant habitat type, where prey is abundant but the possibility of daytime cover is limited, the jackal mostly move at night, reducing the risk of encountering humans. Hence, the high incidence of nocturnal photographs of golden jackal is probably the consequence of the prevailing human-dominated landscape, the presence of large areas of wet meadows in the Nature Park Lonjsko Polje and the increased risk of suffering due to human activities (traffic, hunting, direct persecution).

---

**KEY WORDS:** golden jackal, *Canis aureus*, number and packs density, camera traps, acoustic method, Lonjsko polje NP



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

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

**Članovi Komore:**

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

**Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):**

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

**Javne ovlasti Komore:**

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

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

**Ostali poslovi koje obavlja Komora:**

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

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

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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

# MORFOMETRIJSKA I MORFOLOŠKA ANALIZA LISTA CRNE TOPOLE (*Populus nigra* L.) U PLAVNIM I NEPLAVNIM PODRUČJIMA SLIVA DUNAVA

## MORPHOMETRIC AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF *Populus nigra* L. LEAVES IN FLOODED REGIONS

Danijela MILJKOVIĆ<sup>1</sup>, Dijana ČORTAN<sup>2</sup>

### SUMMARY

Human activity induced global changes in nature, particularly the flooding regime, which is a stress factor affecting wetland ecosystems. Knowledge of plant strategies of wetland vegetation across a range of flooding gradients is therefore very important. Natural flooding events are increasing as a consequence of constant climate changes. This research was focused on the area of Special Nature Reserve “Gornje Podunavlje” which represents a complex of peculiar marshland, originating from former vast inundated parts of the Danube basin. We have selected samples located on both sides of the embankment in the defended and in the flooded area. The main aim is the assessment of *Populus nigra* L. riparian tree leaf morphological traits variability (centroid size, shape, developmental instability, specific leaf area and petiole length) between two habitats (flooded and not flooded). The geometric morphometry methods were applied to provide visual representation of differences in the leaf shape. We employed leaf composite index indices of fluctuating asymmetry as a measure of developmental instability. A statistically significant impact of flooding was obtained only for the leaf geometric size and shape, so these traits could be an indicator of flooding as suboptimal environmental conditions.

**KEY WORDS:** riparian tree species, *Populus nigra* L., leaf developmental instability, leaf shape, flooding tolerant, Danube basin.

### INTRODUCTION UVOD

The management of river flows has altered flooding patterns and reduced their frequency and duration in many European floodplains (Hughes et al., 2000). Riparian tree species are heavily dependent on the floods, both for providing new sites for their natural regeneration from seed and as well as for recharging water table levels in the rooting zone. These species may tolerate weeks and even months of flooding,

however *Populus nigra* L. cannot withstand flooding longer than 60 days (Herpka, 1963). A decrease in the number of floods has led to loss of the natural corridor that facilitates gene flow for many riparian species (Storme et al., 2004), with early successional riparian tree species being particularly adversely affected (Hughes et al., 2000). River damming and water diversion, by reducing the opportunities for regeneration of these pioneer species, contributed to the collapse of riparian pioneer populations along many river valleys, which threatens the stability of this vulnerable

<sup>1</sup> Dr. Danijela Miljković, Senior Research Associate, Institute for Biological Research "Siniša Stanković" - National Institute of Republic of Serbia, University of Belgrade, Despot Stefan Blvd. 142, Belgrade, Serbia, e-mail: danijela.miljkovic@ibiss.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Dr. Dijana Čortan, Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences, Kamýcká 129, CZ 165 21 Prague, Czech Republic, e-mail: cortan@fzp.czu.cz

ecosystem. Global warming induced by climate change increases risks of floods in Central and Western Europe (Alfieri et al., 2018). The biodiversity of flooding tolerant plants along river systems is very important in riparian ecosystems. The management of water resources and climate changes may have severe effects on species distributions and interactions. It also alters natural flow regimes and flooding patterns in the river system, reducing frequency, extent and duration of many European floodplains (Tonkin et al., 2018). The ecosystems of the Danube River Basin (Europe's second largest river basin) are under pressure due to pollution from agriculture, industry and cities (<https://www.icpdr.org/main/danube-basin/river-basin>).

In the process of evolution, the leaves as plant organs are sensitive to environmental changes and may exhibit phenotypic plasticity in their physiology, morphology and development as response to abiotic and biotic stress, which has been revealed in many studies (Xu et al., 2009; Miljković et al., 2018; Miljković et al., 2019). The fluctuating asymmetry of bilaterally symmetrical organs, as one of the aspects of morphological variability, is used as an assessment indicator for developmental instability in natural suboptimal environmental conditions. Random deviation from phenotypic symmetry is an indicator of the development instability, depending on the type of stressor and the length of its effect (Hagen et al., 2008; Miljković et al., 2018; Miljković et al., 2019). The flooding dramatically reduced leaf size and shape (Zhuang et al., 2011; Rood et al., 2003) and also it impacted the developmental stability process in the seasonal or perennial flooding areas. In the last decade the geometric morphometric analysis were employed instead of traditional morphometric analyses in numerous studies (Klingenberg, 2016). The geometric morphometry as a type of quantitative morphometric analysis allows statistical and visual defining of differences in the analyzed leaf shapes in complex of environmental surroundings (Rohlf and Corti 2000; Bookstein et al., 2003).

Vojvodina is a province in northern Serbia and it is well known for numerous protected wetlands such as swamps and marshes (Basarin et al., 2014). This research focused on the area of Special Nature Reserve "Gornje Podunavlje" which represents complex of peculiar marshland, originating from former vast inundated parts of the Danube basin. It covers an alluvial plain area of 19.648 ha on the left bank of the upper Danube Basin in Vojvodina, from the 1367<sup>th</sup> to 1433<sup>rd</sup> km of its course. The research area is located in the middle part of the Danube basin, which extends from the Gate of Devin (Bratislava) to the Iron Gate (between Serbia and Romania). This reserve covers aquatic and semi aquatic vegetation, wet meadows and riparian forests, without significant exposure at 82 - 87 m a.s.l. Forest vegetation is primarily dependent on floodwater or groundwater impacts related to the Danube water level (Bobinac et al., 2010).

As a result of work on the embankment and drainage systems, dating back to 1890's (Bobinac et al., 2010), the hydrological regime has changed considerably, considering the fact that a large quantity of water remained in a narrow area next to the riverbed and stagnated for a long time. This directed changes in the distribution and composition of riparian ecosystem, where fragmentation processes were dominated by ash, oak and elm forests, and willow and poplar forests started to dominate, while the situation was opposite on other side of embankment.

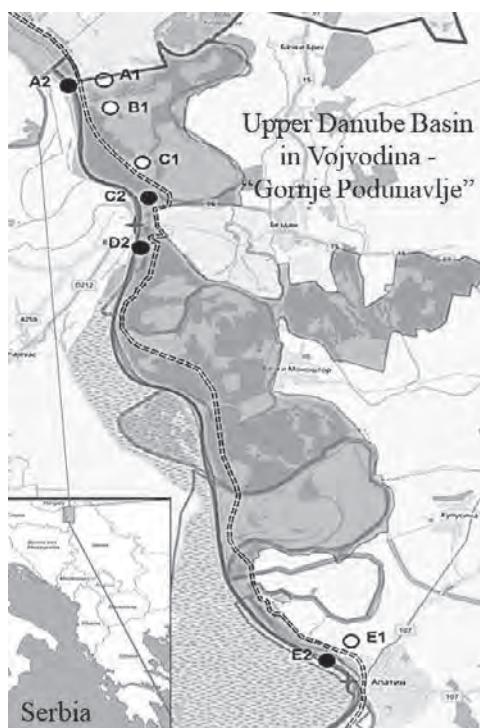
European black poplar (*Populus nigra* L.), an ecologically and economically significant species, is a key pioneer tree species colonizing alluvial sediments along large rivers in temperate climate zones of Europe, northern Africa and western Asia (Dickmann and Kuzovkina, 2008; DeWoody et al., 2015; Čortan and Tubić, 2017). The dynamics of *P. nigra* populations and the different phases of colonization are directly related to the dynamics of the rivers (details in Herpka 1986). In the last century, modifications of European river systems imposed significant threats to large riparian ecosystems. As a prominent early successional species on European floodplains, the absence of *P. nigra* populations indicates reduced geomorphological activity following river control (Hughes et al., 2000).

Considering the fact that the morphological traits of *P. nigra* have high phenotypic plasticity which allows adaptation and resistance to the fluctuating and prolonged floods (Čortan et al., 2019), the main aims of this exploratory study address the questions: i) Does flooding effect on leaf morphology? and ii) If it does, which of leaf morphological traits (centroid size, shape, developmental instability, specific leaf area or petiole length) could be considered an indicator of suboptimal environmental conditions for riparian tree *Populus nigra* L.

## MATERIAL AND METHODS MATERIJALI I METODE

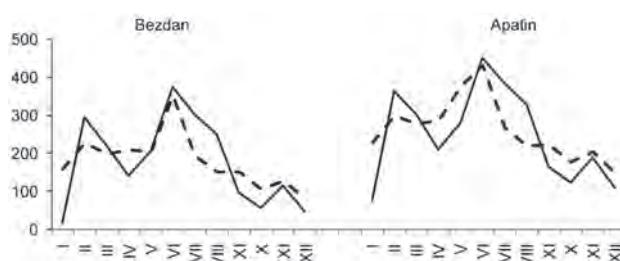
### 2.1. Study locations

For this research we have selected samples located on both sides of embankment (Fig. 1), in defended area (localities A1, B1, C1 and E1) and in the flooded area (localities A2, C2, D2 and E2). Ten adult trees (over 30 years old) from each locality were used for the analysis; in total 80 trees. Ten full developed and undamaged leaves were sampled from each tree in July 2016, from the south/south west side of the crown, at the height between 3-6 m (about 800 leaves were analysed). The water level was measured and analysed at two hydrologic stations (Bezdan and Apatin) in the period of 2013 to 2016, covering all selected localities. The highest water level was recorded in 2013, and the lowest in 2015. The maximum water level in this period is recorded in May and June (Fig. 2).



**Figure 1.** Selected localities in upper Danube Basin in Serbia – “Gornje podunavlje” - defended area not flooded (localities A1, B1, C1 and E1 – empty circles) and flooded area (localities A2, C2, D2 and E2 – fill circles) (modified by B.Tubić 2017).

**Slika 1.** Odabrani lokaliteti u sливу Горњег Подунавља у Србији - “Горње подунавље” - заштићено подручје које у зони плављења (локалитети A1, B1, C1 и E1 - празни кругови) и поплавно подручје (локалитети A2, C2, D2 и E2 - пуњена кругови) (модифицирано од B.Tubić 2017.).

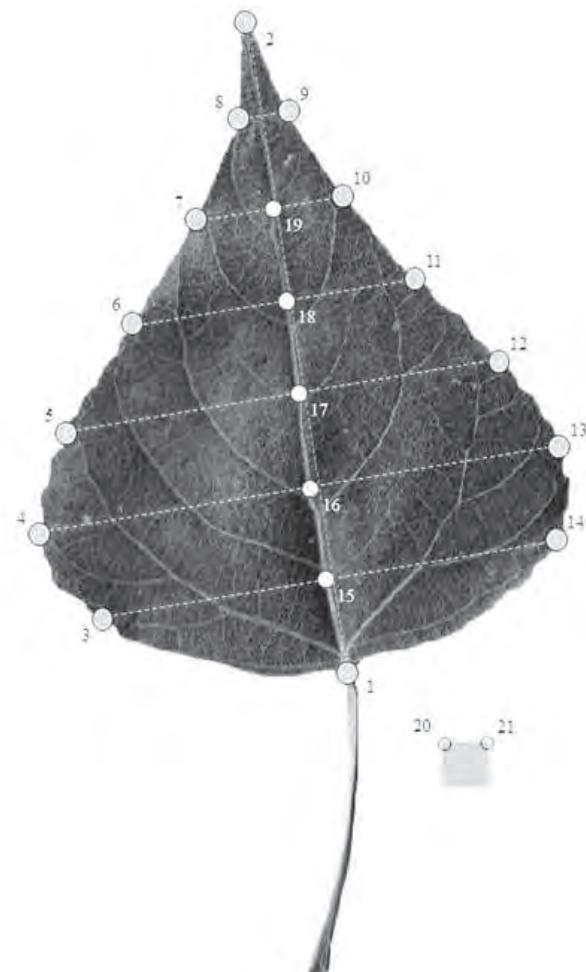


**Figure 2.** Mean water level (m) per month measured in two hydrological stations, Bezdan and Apatin, for 2016 (full lines) and mean values for period of 2013-2016. (dashed lines).

**Slika 2.** Srednja razina vode (m) mjesечно izmjerena u dvije hidrološke postaje, Bezdan i Apatin, za 2016. godinu (pune linije) i srednje vrijednosti za razdoblje 2013-2016. (isprikidane linije).

## 2.2. Morphometric analysis and leaf traits analysis

The collected leaves were scanned (CANON LIDE 110) in 200 ppi resolution (Fig. 3). The digital images were used in the IMP (Integrated morphometrics package) software package (Sheets et al., 2004). In the MakeFan6 program a set of median landmarks (LM) (1 and 2) was labeled, according to which „comb“ with eight lines were constructed (Fig. 3, dashed thin lines accros the leaf). According to the „comb“ with parallel axis a uniform series of semilandmarks pairs



**Figure 3.** The image of European black poplar leaf (*Populus nigra* L.) with eight parallel line of comb fan two landmarks (1 and 2) and twelve semi-landmarks (3-8 and 9-14) which define the Curvature and shape of the leaf. The 21 and 22 marks used for calibration. The five marks along the leaf nerve, on the place of intersection with the parallel axes, (15-19 white dots) used for the distance from homologous marks on leaf curvature for differences between leaf and right side of leaf and calculate composite index of fluctuating asymmetry  $FA_{LEAF}$ .

**Slika 3.** Slika lista europeke crne topole (*Populus nigra* L.) osam linija osa "ceslja" sa dva orijentira (1 i 2), dvanaest polu-oznaka (3-8 i 9-14) koje definiraju zakrivljenošć i oblik lista. Za kalibraciju se koriste oznake 21 i 22. Pet oznaka duž glavne ose lista, na mjestu raskrižja s paralelnim osima, (15-19 bijelih točkica) koje se koriste za udaljenost od označenog homologa na zakrivljenošć lista za razlike između listova i desne strane lista i izračunavaju kompozitni indeks fluktuacije asimetrije  $FA_{LEAF}$ .

(SLM) (3-8 left leaf curvature, 9-14 right leaf curvature and 15 to 19 (across leaf midvein) for measuring the distance of homologous points of the leaf margin and the midvein were used. The marks 21 and 22 in gray square were used as the scale factor (mm/pixel) for every digital images (Fig. 3).

Software for the two-dimensional geometric morphometric analyses (tpsDig2) was used to mark the points where axes cross the lamina edge and midvein. The Tmorphgen6 procedure was used to obtain leaf lamina dimensions, the distance between marks on left and right leaf curvature and across the leaf midvein (left lamina side 3-8, right lamina side 9-14), and petiole length. The obtained data for lamina

distance between the midvien and the left and right curvatures were used for leaf composite index calculation:

$$FA_{LEAF} = \sum (\ln R_i - \ln L_i) / n \quad (1)$$

with  $i$  = as a distance between the midvien and the left and right curvatures for every axis,  $n = 6$ . The leaf composite index  $FA_{LEAF}$  presents the size-scale indicator of developmental instability of a whole leaf.

The observed procrustes coordinates (MorphoJ software package, procedure Covariance Matrix Generate and Principal Components Analysis application) enabled analysis of leaf shape differences between the analyzed localities. The graphically visualized leaf shape variation were present with wireframe diagrams. The leaf centroid size (CS) were obtained too (Klingenberg, 2011).

We employed a Procrustes variance analyses (Klingenberg, 2016) to estimate statistically significant differences between habitats (fixed effect), trees (nested in habitat; random effect) and leaves (nested in habitat and trees; random effect) as source variations for centroid size and shape as a dependent variable (Palmer, 1994; Klingenberg and McIntyre, 1998; Klingenberg, 2003; Savriama and Klingenberg, 2011). The graphical patterns of leaf shape variation were constructed employing the Principal Component Analysis (PCA). The Canonical Analysis Variant (CVA) was used to create a visual display of shape differences between populations. The digital images were used in Image tools program to determine the surface area of each leaf.

Each leaf was dried at 70°C degrees 48 h, then the weight of the dry leaf mass was measured (balance Chyo JL-200).

The obtained surface area and mass leaf values were used to assess the specific leaf area (SLA) the ratio of the leaf area to the dry mass ( $\text{cm}^2/\text{mg}$ ).

### 2.3. Statistical analysis

The differences among habitats in centroid size, leaf shape, developmental stability ( $FA_{LEAF}$ ), SLA and petiole length were tested with ANOVA, in SAS statistical package (SAS Institute, Inc. 2011). The habitat used in the model was set as a fixed factor (evaluation of environmental variability), while trees nested within habitat (evaluation of intra-population variability) and leaves nested in trees and populations (evaluation of intra-individual variability) were set as random factors.

## RESULTS

### REZULTATI

The obtained results of the applied Procrustes ANOVA model showed that the geometric size of the leaf (centroid size) and shape of leaf differ between habitats (a significant impact of the habitat) ( $P < 0.05$ ) (Table 1).

The results obtained for morphological traits (SLA and petiole length) did not differ statistically significantly between habitats (all  $P > 0.05$ ). Intraindividual variability of the values was statistically significant among the individual trees ( $P < 0.05$ ), which indicates an existence of genetic variability for the analysed traits (Table 2). The composite index of fluctuating asymmetry  $FA_{LEAF}$  was not statistically significant among habitats, indicating that the conditions in the flooding compared to the non-flooding habitat did not lead

**Table 1.** Results of Procrustes ANOVA computed for centroid size (A) and shape (B) for whole sample.

Tablica 1. Rezultati Procrustes ANOVA izračunati za centroid veličine (A) i oblik (B) za cijeli uzorak.

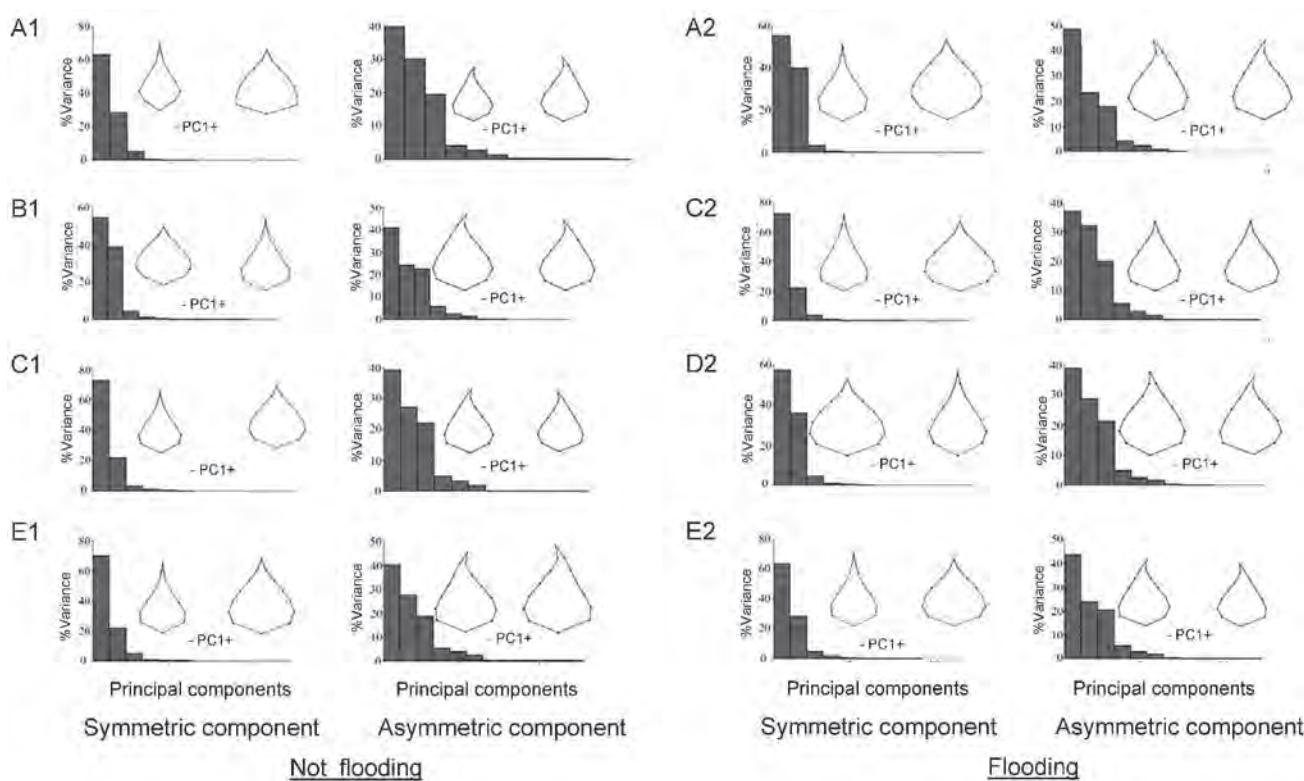
| Source of variation | df  | Centroid size  |           | Shape |                   | $MS (x10^{-4})$ | F |
|---------------------|-----|----------------|-----------|-------|-------------------|-----------------|---|
|                     |     | MS ( $x10^4$ ) | F         | df    | MS ( $x10^{-4}$ ) |                 |   |
| Habitat             | 7   | 17.51          | 90.60**** | 84    | 75.66             | 15.25****       |   |
| Tree                | 16  | 0.33           | 1.71*     | 192   | 29.45             | 5.94****        |   |
| Leaves              | 216 | 0.19           | 0.39      | 2592  | 4.96              | 4.57****        |   |
| Error rep           | 240 | 0.49           |           | 5760  | 0.05              |                 |   |

**Table 2.** Results of three-way ANOVAs exploring the effects of habitat, populations and tree for specific leaf area (SLA), petiole length and composite index of fluctuating asymmetry ( $FA_{LEAF}$ ) in leaves of *Populus nigra* plants from two habitats (flooding/ nonflooding).

Tablica 2. Rezultati three-way ANOVA analize utjecaja staništa, populacija i stabla na specifičnu površinu lista (SLA), dužine peteljčica i kompozitnog indeksa fluktuirajuće asimetrije ( $FA_{LEAF}$ ) u listovima biljaka *Populus nigra* iz dva staništa (plavna / neplavna).

| Source of variation | df | SLA ( $\text{cm}^2/\text{mg}$ ) |          | Petiole length (mm) |           | $FA_{LEAF}$    |        |
|---------------------|----|---------------------------------|----------|---------------------|-----------|----------------|--------|
|                     |    | MS                              | F        | MS                  | F         | $MS (10^{-3})$ | F      |
| Habitat (H)         | 1  | 93.16                           | 1.61     | 0.20                | 0.15      | 0.52           | 2.25   |
| Population (P)      | 6  | 40.78                           | 0.71     | 7.23                | 12.49**** | 0.67           | 2.88** |
| Tree (H P)          | 72 | 57.75                           | 15.02*** | 3.83                | 6.41***   | 0.23           | 1.17   |
| Error               | 0  | 3.85                            |          | 0.36                |           | 0.20           |        |

\*\*P < 0.01; \*\*\*\*P < 0.0001



**Figure 4.** Patterns of shape variation (warped outline graphs) visualized through a principal component (PC) as the symmetric and asymmetric components for PC1 negative and positive scores, with portion of shape variation from principal component analysis, for every of population separately.

**Slika 4.** Obrazac varijacija oblika (iskriviljeni grafički prikazi) vizualizirani kroz glavnu komponentu (PC) kao simetrične i asimetrične komponente za PC1 negativne i pozitivne rezultate, s dijelom varijacije oblika od analize glavnih komponenti, za svaku populaciju zasebno.

to development instability, although the main value was slightly higher in the flooded habitat (Table 2; Fig. 5).

The variation among individual leaves (symmetric components) showed a higher value (between 60 and 70%) relative to the variation of the position of the landmarks on both sides of a leaf (asymmetric component) (about 40%) for both habitats (Fig. 4).

In the visual presentation (scatterplots) of discriminant analysis of leaf shape derived from Canonical Variance Analyzes (CV), the first canonical variates (CV1) indicated 39.67% variance while the second (CV2) showed 23.47% variance (Fig. 5).

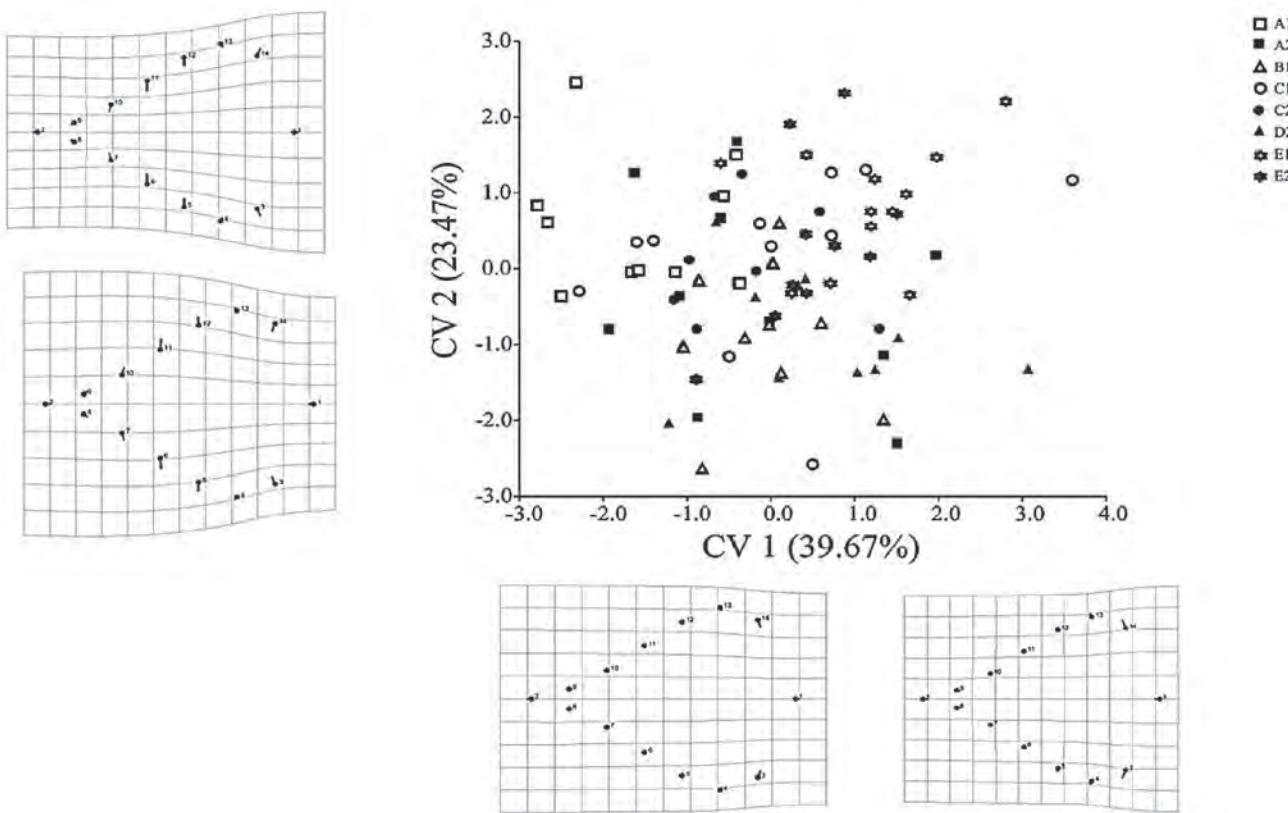
## DISCUSSION RASPRAVA

Plant ecology and evolutionary biology studies focus on exploring the rules of plants organs development, growth and morphology diversity outputs, with temporal and spatial organization, which are under control of genetic structures closely correlated with habitat ecological characteristics (Lin et al., 2016, DeWoody et al., 2015).

In this study we used the plants present in a given study areas (flooded and non-flooded) as a passive model of biomonitoring (Nali and Lorenzini, 2007). Anthropogenic

activities induced fast climate changes. Flooding is a common natural disasters which increases impacts on ecosystem as a whole (Herzog and Pedersen, 2014). The tree survival, growth change in flooding areas, and the degree of damage depends on the ontogenetic stage of the tree characteristics (active growth or dormant), tolerance and the flood itself (time of the year and duration). Flood-stressed trees exhibit a range of symptoms including chlorosis, defoliation, reduced leaf size and shoot growth (Baughman, 2010).

The significant differences between habitats (flooding and not flooding) were observed in terms of the leaf centroid size (geometric size) and shape (Table 1). The changes in leaf size and especially in the shape are considered to have functional significance related to different natural conditions (Zhuang et al., 2011). Rood et al. (2003) stated that flooding dramatically reduced leaf size and slightly decreased some foliar gas exchange characteristic in poplar due to oxygen deficiency in the roots. The size, shape and biomechanical properties of its root and its specific aerial structures are well adapted to cope with these stressed inducing conditions. However, the poplar species are known its tolerance of fluctuating hydrological conditions, but *P. nigra* cannot stand flooding which last longer than 60 days (Herpka, 1963). The physiology, morphology and biomechanics of



**Figure 5.** Discriminant analyses of leaf shape (means per tree) derived from Canonical Variance Analyses (CVA). Scatterplot of the first two canonical variate (CV1 and CV2), percentages indicate the amount of variance explained by the axis (39.67% vs. 23.67%; respectively).

**Slika 5.** Diskriminantne analize oblika lista (srednje vrijednosti po stablu) izvedene iz kanonične analize varijance (CVA). Dijagram prve dvije kanonične ose varijacije (CV1 i CV2), postoci ukazuju na veličinu varijance za svaku od osa (39,67% nasuprot 23,67%, respektivno).

*P. nigra* are adapted to resist hydraulic forces and prolonged submersions (Šiler et al., 2015).

The geometric morphometric leaf shape analyses provide valuable information about variance components obtained through the asymmetric component (such as random deviations from the bilateral asymmetry in the heterogeneous environment) and heritability of the leaf shape (symmetric component) (Albaran-Lara et al., 2010; Viscosi and Fortini, 2011; Miljković et al., 2019). According to the results for both habitats the percentage of shape variability was higher for the symmetric component, which implies that the genetic factor has more contribution in the variability of the leaf shape. The large number of gene activities and auxin have determined leaf shape in environmental conditions in which leaf mature (Drost et al., 2015).

In this study intraindividual variation was observed for the shape (statistically significant effect of leaves, Table 1). However, in other study the clonal variability (genetical variability) of petiole lenght and FA<sub>LEAF</sub> index were observed, while for SLA there was no variability (Table 2) (Huber et al., 2008; Al Afas et al., 2005; Al Afas et al., 2007; Čortan and Tubić, 2017).

The observed results within the present research confirmed no significant differentiation between different habitats (flo-

oding/not flooding) (Table 2) for specific leaf area, petiole lenght and FA<sub>LEAF</sub> (Table 2). Even though population „E“ is differentiated the most, with highest values, there are no significant differences between populations in terms of SLA and petiole lenght, while mild significant differences were observed for the composite index FA<sub>LEAF</sub> (0.031 vs. 0.029; flooding vs. nonflooded) (Table 2). It is obvious that analyzed leaf traits showed great tolerance to flooding compared to the not flooding areas within the research area. In other studies the specific leaf area (SLA) decreased less by flooding than leaf area (Bacanamwo and Purcell, 1999; Dias-Filho and Carvalho, 2000; Herrera et al., 2009), which indicates that decreased leaf expansion was not associated with carbohydrate accumulation in leaves (Bacanamwo and Purcell, 1999). The dry leaf mass was lower in the flooding area but not significantly statistically different than in the non-flooding area (2.4 g vs. 2.6 g; respectively). The flooding causes significant decrease in leaf dry mass production (Dias-Filho, 2002; Caetano and Dias-Filho, 2008; de Oliveira and Joly 2010), and dramatically reduce leaf size and shape (Zhuang et al., 2011; Rood et al., 2003). The difference between and within species with regards to tolerance and response to flooding regime were confirmed. As flooded and drained conditions exerted different selection pressures on trait expression, the optimal values for constructive and

plastic traits depended on the frequency and duration of flooding (Huber et al., 2008).

On contrary, in more dry and warm conditions leaves had smaller blades and smaller petiole size and hairiness. The significant differences in leaf blade and petiole size were observed between the typical and hairy type of European black poplar which were in accordance with climate difference in respective habitats of continental riparian forests and Submediterranean type of climate (Kajba et al., 2004, 2015; Ballian, 2017).

We examine the variability of a specific leaf area, petiole length, and developmental stability (composite leaf index of fluctuating asymmetry FA<sub>LEAF</sub>) with the aim of assessing which of them could be considered the key element of suboptimal environmental conditions for riparian tree *Populus nigra* L.. The statistically significant impact of flooding was obtained only for leaf geometric size and shape, so these traits could be recognized as indicators of flooding suboptimal environment. For all analysed leaf traits genetic variability were confirmed with statistical significant effect of tree variation (all P > 0.05), except for the developmental instability (FA<sub>LEAF</sub>) (Table 1, Table 2). According to the study by Herrera et al. (2009) trees photosynthetic acclimation to flooding in the Mapire River could not be explained by leaf anatomy traits.

Plants have adaptive survival strategies in the period of flooding which depend of the seasonal or perennial flooding in certain areas. For example, plants reduce leaf expansion and new leaf production because the root systems are losing the capacity to absorb water and nutrients in an oxygen-poor environment (de Oliveira and Joly, 2010). The leaf shape and structure are defined mainly during a brief period of primary morphogenesis based on the possible role of the reaction-diffusion system and can be altered by the allometric expansion (Xu et al., 2009). A large variation in the values of the leaf traits exists within one individual species (Xu et al., 2009). Morphological adaptation can improve tissue aeration during flooding. However, flooding negatively affects the ultrastructure of leaves, especially photosynthetic organs, decreasing photosynthetic capacity (Du et al., 2010) and stomatal conductance (Rood et al., 2010). Negative effects on plant growth and total biomass accumulation in many species with different tolerance to flooding were also reported (Du et al., 2008; Rood et al., 2010).

The human activity-induced global changes in environment, espacially changes in the flooding regime, represent the most important stress factor potentially affecting wetland ecosystems. The flooding regulation systems significantly altered the natural regeneration capacity of black poplar, and favoured the succession of poplar stands by hardwood forests (Ballian, 2017). The knowledge of plant

strategies of wetland vegetation across a range of flooding and not flooding gradients is therefore very important (Lou et al., 2016), and it is the base for future large-scale studies. The study showed the results of development instability and genotypic variability of the *P. nigra* leaf morphological traits in natural populations which depend on the changes in the habitat conditions, primarily from the water regime, which have been altered significantly in the last century. The results have confirmed that *P. nigra* is highly tolerant of long floodings as well of the changing water regime, so it could be used in a restoration programme aimed at the recovery of areas that are naturally subject to longer periods of flooding. In this way, we obtained the base for the conservation and the use of the available gene pool of these species, as well as the guidelines for breeding programs in riparian ecosystems. Preservation of genetic resources, or genetic variability of natural populations, is the basis for improvement of the existing state of black poplar forests, as well as precondition for further improvement of vitality and conservation of biodiversity. The assessment of endangered species may also give guidelines for a certain degree of protection of the investigated threatened areas.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia Grants No. 173025 title "Evolution in heterogeneous environments: mechanisms of adaptation, biomonitoring and conservation of biodiversity". Many thanks to Jelena Mladjenović (English Professor) for manuscript language revision and Dr Bojan Tubić for producing map.

## AUTHORS' CONTRIBUTIONS

DM conceived the idea and designed the study, performed morphometric and statistical analyses. DČ conducted fieldwork and performed laboratory measures. DM and DČ wrote and prepare the final version of the manuscript.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors confirm that there is no conflict of interest in relation to this article.

## REFERENCES

- Al Afas, N., Pellis, A., Niinemets, Ü., Ceulemans, R., 2005. Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. II. Clonal and year-to-year differences in leaf and petiole characteristics and stand leaf area index. Biomass and Bioenerg. 28(6), 536–547.
- Al Afas, N.A., Marron, N., Ceulemans, R., 2007. Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy

- position, biomass production, and varietal taxon. Ann. Forest Sci. 64(5), 521–532.
- Albarrán-Lara, A.L., Mendoza-Cuenca, L., Valencia-Avalos, S., González-Rodríguez, A., Oyama, K. 2010. Leaf fluctuating asymmetry increases with hybridization and introgression between *Quercus magnoliifolia* and *Quercus resinosa* (Fagaceae) through an altitudinal gradient in Mexico. Int. J. Plant Sci. 171(3), 310–322.
  - Alfieri, L., Dottori, F., Betts, R., Salamon, P., Feyen, L., 2018. Multi-model projections of river flood risk in Europe under global warming. Climate 6(1), 6.
  - Bacanamwo, M., Purcell, L.C., 1999. Soybean root morphological and anatomical traits associated with acclimation to flooding. Crop Sci. 39(1), 143–149.
  - Ballian D. 2017. Varijabilnost crne topole (*Populus nigra* L.) i neno očuvanje u Bosni i Hercegovini. Znanstvena monografija, Šumarski fakultet u Sarajevu - Silva Slovenica, 1- 210.
  - Basarin, B., Kržić, A., Lazić, L., Lukić, T., Đorđević, J., Janićijević Petrović, B., Čopić, S., Matić, D., Hrnjak, I., Matzarakis, A., 2014. Evaluation of bioclimate conditions in two special nature reserves in Vojvodina (northern Serbia). Carpath. J. Earth Env. 9(4), 93–108.
  - Baughman, M., 2010. Flooding effects on trees. Information part of the Trees and Woodlands program of the University of Minnesota. Information collected on a website: <http://www.extension.umn.edu/environment/trees-woodlands/flooding-effects-on-trees>.
  - Bobinac, M., Andrašev, S., Šijačić-Nikolić, M., 2010. Elements of growth and structure of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) annual seedlings in the nursery on fluvisol. Period. Biol. 112(3), 341–351.
  - Bookstein, F.L., Gunz, P., Mitteroecker, P., Prossinger, H., Schaefer, K., Seidler, H., 2003. Cranial integration in Homo: singular warps analysis of the midsagittal plane in ontogeny and evolution. J. Hum. Evol. 44(2), 167–187.
  - Caetano, L.P.D.S., Dias-Filho, M.B., 2008. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. Rev. Bras. Zoot. 37(5), 795–801.
  - Čortan, D., Nonić, M., Šijačić-Nikolić, M. 2019. Phenotypic Plasticity of European Beech from International Provenance Trial in Serbia. In *Forests of Southeast Europe Under a Changing Climate* (pp. 333–351). Springer, Cham.
  - Čortan, D., Tubić, B., 2017. Viability and genetic diversity of *Populus nigra* population from riparian forest in SNR Gornje Podunavlje. Dendrobiology 78, 157–167.
  - de Oliveira, V.C., Joly, C.A., 2010. Flooding tolerance of *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae): morphological, physiological and growth responses. Trees 24(1), 185–193.
  - DeWoody, J., Trewin, H., Taylor, G., 2015. Genetic and morphological differentiation in *Populus nigra* L.: isolation by colonization or isolation by adaptation? Mol. Ecol. 24(11), 2641–2655.
  - Dias-Filho, M.B., Carvalho, C.J.R.D., 2000. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. Pesqui. Agropec. Bras. 35(10), 1959–1966.
  - Dias-Filho, M.B., 2002. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. Pesqui. Agropec. Bras. 37(4), 439–447.
  - Dickmann, D.I., Kuzovkina, J., 2008. Poplars and willows in the world. Chapter 2. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. International Poplar Commission Thematic Papers. FAO.
  - Drost, D.R., Puranik, S., Novaes, E., Novaes, C.R., Dervinis, C., Gailing, O., Kirst, M., 2015. Genetical genomics of *Populus* leaf shape variation. BMC Plant Biol. 15(1), 166.
  - Du, K.B., Shen, B.X., Xu, L., Tu, B.K., 2008. Estimation of genetic variances in flood tolerance of poplar and selection of resistant F1 generations. Agroforestry Syst. 74, 243–257.
  - Du, K.B., Xu, L., Tu, B.K., Shen, B.X., 2010. Influences of soil flooding on ultrastructure and photosynthetic capacity of leaves of one-year old seedlings of two poplar clones. Sci. Silve Sin. 46, 58–64.
  - Huber, H., Jacobs, E. and Visser, E.J., 2008. Variation in flooding-induced morphological traits in natural populations of white clover (*Trifolium repens*) and their effects on plant performance during soil flooding. Annals of Botany, 103(2), pp.377–386.
  - Hagen, S.B., Ims, R.A., Yoccoz, N.G., Sørli bråten, O., 2008. Fluctuating asymmetry as an indicator of elevation stress and distribution limits in mountain birch (*Betula pubescens*). Plant Ecol. 195(2), 157–163.
  - Herpká, I., 1963. Postanak i razvoj prirodnih vrba u Podunavlju i donjoj Posavini. Topola 36/37, 18–27.
  - Herpká, I., 1986. A survey of development and possibilities of growing: natural forests of poplars and willows. Poplars and Willows in Yugoslavia, Poplar Research Institute, Novi Sad, 21–36.
  - Herrera, A., Escala, M., Rengifo, E., 2009. Leaf anatomy changes related to physiological adaptations to flooding in Amazonian tree species. Braz. J. Plant Physiol. 21, 301–308.
  - Herzog, M., Pedersen, O., 2014. Partial versus complete submergence: snorkelling aids root aeration in *Rumex palustris* but not in *R. acetosa*. Plant Cell Environ. 37(10), 2381–2390.
  - Hughes, F.M., Barsoum, N., Richards, K.S., Winfield, M., Hayes, A., 2000. The response of male and female black poplar (*Populus nigra* L. subspecies *betulifolia* (Pursh) W. Wetst.) cuttings to different water table depths and sediment types: implications for flow management and river corridor biodiversity. Hydrol. Process. 14(16–17), 3075–3098.
  - Kajba, D., Ballian, D., Idžočić, M., Bogdan, S. 2004. The differences among hairy and typical European black poplars and the possible role of the hairy type in relation to climatic changes. Forest. Ecol. Manag. 197(1–3), 279–284.
  - Kajba, D., Ballian, D., Idžočić, M., Poljak, I. 2015. Leaf morphology variation of *Populus nigra* L. in natural populations along the rivers in Croatia and Bosnia and Herzegovina. SEEFOR, 6(1), 39–51.
  - Klingenberg, C.P., 2003. A developmental perspective on developmental instability: theory, models and mechanisms. Developmental instability: causes and consequences, 14–34. Oxford University Press: New York, NY, USA.
  - Klingenberg, C.P., 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. Mol. Ecol. Resour. 11, 353–357.
  - Klingenberg, C.P., 2016. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. Dev. Genes Evol. 226, 13–137.
  - Klingenberg, C.P., and McIntyre, G.S., 1998. Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of

- fluctuating asymmetry with Procrustes methods. *Evolution* 52(5), 1363–1375.
- Lin, S., Zhang, L., Reddy, G.V.P., Hui, C., Gielis, J., Ding, Y., Shi, P., 2016. A geometrical model for testing bilateral symmetry of bamboo leaf with a simplified Gielis equation. *Ecol. Evol.* 6(19), 6798–6806.
  - Lou, Y., Pan, Y., Gao, C., Jiang, M., Lu, X., Xu, Y.J., 2016. Response of plant height, species richness and aboveground biomass to flooding gradient along vegetation zones in floodplain wetlands, Northeast China. *PloS one*, 11(4), e0153972.
  - Miljković, D., Selaković, S., Vujić, V., Stanislavljević, N., Radović, S., Cvetković, D., 2018. Patterns of herbivore damage, developmental stability, morphological and biochemical traits in female and male *Mercurialis perennis* in contrasting light habitats. *Alpine Bot.* 28 (2), 193–206.
  - Miljković, D., Stefanović, M., Orlović, S., Stanković Nedić, M., Kesić, L., Stojnić, S., 2019. Wild cherry (*Prunus avium* (L.) L.) leaf shape and size variations in natural populations at different elevations.
  - Nali, C., Lorenzini, G., 2007. Air quality survey carried out by schoolchildren: An innovative tool for urban planning. *Environ Monit. Assess.* 131(1–3), 201–210.
  - Palmer, A.R., 1994. Fluctuating asymmetry analyses: a primer. In *Developmental instability: its origins and evolutionary implications* (pp. 335–364). Springer, Dordrecht.
  - Rohlf, F.J., Corti, M., 2000. The use of two-block partial least-squares to study covariation in shape. *Syst. Biol.* 49, 740–753.
  - Rood, S.B., Braatne, J.H., Hughes, F.M., 2003. Ecophysiology of riparian cottonwoods: stream flow dependency, water relations and restoration. *Tree Physiol.* 23(16), 1113–1124.
  - Rood, S.B., Nielsen, J.L., Shenton, L., Gill, K.M., Letts, M.G., 2010. Effects of flooding on leaf development, transpiration, and photosynthesis in narrow leaf cotton wood, a willow-like poplar. *Photosynth. Res.* 104, 31–39.
  - Savriama, Y., Klingenberg, C.P., 2011. Beyond bilateral symmetry: geometric morphometric methods for any type of symmetry. *BMC Evol. Biol.* 11(1), 280.
  - Sheets, H.D., Zelditch, M., Swiderski, D., 2004. Morphometrics software: IMP-Integrated morphometrics package. <http://www3.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html>. 2013-05-16.
  - Šiler, B., Škorić, M., Mišić, D., 2015. General consideration of the European black poplar biology, significance and conservation prospects. In: *Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin*, Publisher: Public Enterprise "Vojvodinašume". Novi Sad.
  - Storme, V., Broeck, A.V., Ivens, B., Halfmaerten, D., Van Slycken, J., Castiglione, S., Lefèvre, F., 2004. Ex-situ conservation of Black poplar in Europe: genetic diversity in nine gene bank collections and their value for nature development. *Theor. Appl. Genet.* 108(6), 969–981.
  - Tonkin, J.D., Merritt, D.M., Olden, J.D., Reynolds, L.V., Lytle, D.A., 2018. Flow regime alteration degrades ecological networks in riparian ecosystems. *Nat. Ecol. Evol.* 2(1), 86–93.
  - Viscosi, V., Cardini, A., 2011. Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. *PloS one*, 6(10), e25630.
  - Xu, F., Guo, W., Xu, W., Wei, Y., Wang, R., 2009. Leaf morphology correlates with water and light availability: what consequences for simple and compound leaves? *Prog. Nat. Sci.* 19(12), 1789–1798.
  - Zhuang, Li., YaNing, C., WeiHong, Li., Zhongke, W., 2011. Anatomical and morphological characteristics of *Populus euphratica* in the lower reaches of Tarim River under extreme drought environment. *J. Arid Land.* 3(4), 261–267.

## SAŽETAK

Ljudska aktivnost izazvala je globalne promjene u prirodi, posebice režim poplava, kao faktor stresa koji potencijalno utječe na močvarne ekosustave. Stoga je vrlo važno poznavanje strategija biljnog razvoja močvarne vegetacije na nizu poplavnih gradijenta. Učestale poplave su posljedica stalnih klimatskih promjena. Ovo istraživanje bilo je usmjereni na područje Specijalnog rezervata prirode "Gornje Podunavlje" koje predstavlja kompleks osebujnog močvarnog područja, koje potječe iz nekadašnjih prostranih poplavnih dijelova dunavskog bazena. Odabrali smo uzorke koji se nalaze s obje strane nasipa u branjenom području i u poplavljrenom području. Glavni je cilj procena varijabilnosti morfologije lista *Populus nigra* L. (priobalna stabla) između dva staništa (plavljeno i ne plavljeno). Metode geometrijske morfometrije primjenjene su kako bi se vizualno razlikovale oblike lista, dok smo kao mjeru razvojne nestabilnosti koristili kombinirane indeks listove fluktuirajuće asimetrije. Statistički značajan utjecaj poplava dobiven je samo za geometrijsku veličinu i oblik lista, te su ta svojstva prepoznata kao pokazatelji suboptimalnog sredinskog okruženja. Stoga je vrlo važno poznavanje strategija biljnog razvoja močvarne vegetacije na nizu poplavnih gradijenta.

**KLJUČNE RIJEČI:** obalne vrste drveća, *Populus nigra* L., nestabilnost razvoja lista, oblik lista, tolerantna na poplave, Podunavlja.

# PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 4-6/1920.

U prošlom broju veliki prostor smo dali "svađi" o promjerkama šumarnika Hajeka iz N. Gradiške i profesora Levakovića. Kao što smo natuknuli, polemika ide dalje i u novom broju ŠL, time što se sad uključuje i Mirko Puk, kr. zem. šum. nadzornik I. r. u m., koji iznosi činjenice da je zapravo ON izumio i patentirao tu jednokračnu promjerku, opisanu u Šum. listu od g. 1904 na str. 22–28. Njegova je teza da je već prof. Levaković "... jasno i nedvojumno dokazao, da su tetivnica g. Hajeka i moja jednokračna promjerka skroz različiti instrumenti, dosljedno tome, da je tvrdnja g. Hajeka skroz neistinita.

Tetivnica g. Hajeka neka ostane njemu, ja je ne trebam niti sam je ikada trebao, a još sam manje za slavom njegova izuma težio. Stoga tražim, da se mene bez razloga ne kleveće i da se ne dira u moju jednokračnu promjerku, koja

Stoga pozivljem g. šumarnika, da opozove uvodno proti meni izrečenu klevetu, a ne učini li on toga u sljedećem broju Šum. lista, tužiti će ga radi klevetanja i potvorenja.

## Pabirci nomenklature za šumsku zoologiju.

Pribrao Dr. Aug. Langhoffer.

Već sam jednom zgodom progovorio u ovom listu o nomenklaturi i terminologiji životinja<sup>1</sup>. Znam, da neće na jednom niknuti ni jedno ni drugo, ali valja sabirati gradu, da dodjemo dalje. Različita imena za jednu te istu životinju oteščavaju posao, stvaraju smutnju.

Zgodan je članak doktora filozofije Augusta Langhoffera - profesora zoologije na Sveučilištu u Zagrebu i profesora na Šumarskoj akademiji 1918.-1919. On se bavio pretežito faunom pećina i štetnim insektima, entomologijom (proučavanjem dvokrilaca), koju je predavao na Gospodarsko-šumarskom fakultetu u Zagrebu (1919.-1930.) i bio predstojnik entomološkog kabineta.

Gospodina profesora, koji očito po prezimenu nije Hrvat, a i rođen je u čuvenom Kisegu u Ugarskoj (to je onaj grad kog je obranio Nikola Jurišić), zasmetalo je što u hrvatskom jeziku imamo različita imena za jednu te istu životinju što "oteščava posao, stvaraju smutnju." Naročito mu se ne dopada kako za neke životinje nemamo nazive u muškom rodu, pa govorimo o mužjaku lasice, kune; kod drugih u ženskom (ženka ježa, jazavca). Stoga je u suradnji sa dr. Boranićem pripremio "novotarije, koje evo predlažem na raspravu, odnosno na prihvatanje".

Nekako nam se čini da se i nisu baš prihvatile. Evo nekoliko promjera:

Sisavci: ježica, lasac, kunac, jazavka, pušica, voluhar

Ptice: trčac, galebka, šljukan, jastrebica, orlica, sokolica, žunac, čvorka, vrabica, drozdovica, kosovica

# RESEARCH OF MECHANICAL DAMAGE ON FIR TREES AND OTHER TREE SPECIES DURING EXPLOITATION – CASE FORESTRY “GLAMOČ”

## ISTRAŽIVANJE MEHANIČKIH OŠTEĆENJA STABALA JELE I DRUGIH VRSTA TIJEKOM EKSPLOATACIJE – SLUČAJ ŠUMARIJE „GLAMOČ“

Velid HALILOVIĆ<sup>1</sup>, Jusuf MUSIĆ<sup>1</sup>, Jelena KNEŽEVIĆ<sup>1</sup>, Mario ŠARIĆ<sup>2</sup>, Besim BALIĆ<sup>1</sup>, Dalibor BALLIAN<sup>1</sup>

### SUMMARY

Mechanisation used in forest utilisation has an impact on the occurrence of damage in stand and on forest land. The research in this work had the objective of determining damage on fir trees and other tree species during felling and processing of trees and their skidding using the forest cable-skidder. The research was conducted in mixed beech and fir forests in the area of FMA “Glamočko”, M.U. “Hrbinje-Kujača”. The following data were gathered on damaged trees: tree type, breast height diameter, economic importance of the tree, amount of damage, location of damage, cause of damage, types of damage. Damage was recorded on a total of 305 trees, 133 trees of silver fir (*Abies alba*), 130 trees of European beech (*Fagus sylvatica*), 33 trees of European spruce (*Picea abies*), 8 trees of rowan/mountain-ash (*Sorbus aucuparia*) and one tree of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). The overall damage intensity was 18.7%, but together with the old damages, the overall number of ‘wounds’ is 496. According to this, when the old damage is also considered, then the intensity of damage amounts to 30.6%. The largest amount of damage is in the diameter sub-class ranging from 10 to 14.99 cm. According to the cause of damage, the largest amount of damage occurred during the wood extraction phase (217 trees), while during the felling phase, 88 trees or 29% were damaged. Since the wood extraction phase is divided into the winching and skidding phases, the total number of damaged trees during the winching phase amounted to 157 or 52%, while during the skidding phase, the number of damaged trees was 60 or 19%. To reduce damage to the trees during following operations in forest utilisation, it is necessary to perform more frequent training of all employees working on forest utilisation, to increase controls in execution of operations during forest utilisation, modernise machines used during forest exploitation, and in quality manner open compartments with forest road infrastructure.

**KEY WORDS:** fir, trees, felling, wood extraction, damage.

### INTRODUCTION UVOD

One of the objectives of forest utilisation is the participation in the management of forest resources that will ensure the processing of the most valuable assortments with min-

imum production costs; and will increase work efficiency and with that humanise the work and cause the least damage to the environment (Kulušić 1977). During the forest utilisation process, damage in the stand appears, which unfortunately cannot be avoided but has to be brought down to tolerable level (Kulušić 1990). Under damage we include

<sup>1</sup> Prof. dr. Velid Halilović, e-mail: v.halilovic@sfsa.unsa.ba; prof. dr. Jusuf Musić, e-mail: j.music@sfsa.unsa.ba; mr. Jelena Knežević, e-mail: j.knezevic@sfsa.unsa.ba; prof. dr. Besim Balić, b.balic@sfsa.unsa.ba; prof. dr. Dalibor Ballian, d.ballian@sfsa.unsa.ba; Faculty of Forestry, University of Sarajevo; Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo

<sup>2</sup> Mr. Mario Šarić, e-mail: saricmario028@gmail.com; Forest-Management Company “Hercegbosanskešume” ltd Kupres; Splitska bb, 80320 Kupres

damage on the stem, seedling, young growth and forest land and pollution of water during forest operations with consequences that are shown in the reduction of beneficial forest functions (Petreš 2006).

Various factors have an impact on the damage of the stand during forest operations, and the most important ones are: characteristics of the terrain and stand, types and characteristics of technical means, technology and work method and man's attitude toward the work.

Mechanisation which is ever more frequently used in the technological process of forest utilisation impacts larger effectiveness during utilisation. However, due to the use of mechanisation, there has been a significant increase in damage occurring in the stand and on forest land. Damage on standing trees in the stand most often appears in the felling and wood extraction phases. During the felling phase, damage occurs on surrounding trees mainly on their crown and in form of crushing of tree bark which is confirmed in the research by Danilović et al. (2015).

During the skidding phase, great damage appears that has the toughest consequences on the rest of the stand. In this phase of the extraction of wood assortments by tractors, the wood mass gets stuck to standing trees which caused bark to peel off and leaves a possibility of penetration of pathogens. This is confirmed in the research by Vasiliauskas (2001).

Stem and butt end damage is economically the most harmful because mainly the most valuable part of the stem is damaged. This was confirmed in the research by Behjou (2016).

Examination of damage, that appears during the felling and processing, extraction and transport phases of wood mass, was dealt with by many researchers (Kaminsky 1984; Dvorak and Iordache 2010; Badraghi et al. 2015).

Damage that occurs on trees is largely caused by density of roads, i.e. the distribution of the primary and secondary road network (Ostrofsky 1988).

Damage to trees of fir and other species during the skidding phase using the Timberjack 240C skidder in variable aged stands of Gorski kotar was researched by Sabo (2003). According to this author, a series of indicators on damage and wounds to the stand confirm the assumption that stand and terrain conditions are determining factors of damage, with equal other conditions – technology and methods, work assets and work executioners.

Martinić (1991) determined, through the analysis of damage in the stand of beech, sessile oak and oriental hornbeam, that the largest amount of damage occurs during extraction of wood mass (53%), and regarding the place of damage, most damage appears on the root collar.

Damage on tree parts was researched by Tavankar (2013), who determined that most of the damage appears on a height of up to one meter. According to the same author, a larger amount of damage appears during the extraction of wood mass (5.2–11.1%) compared to felling (1.4–3.4%).

Solgi and Najafi (2007) determined that the largest amount of damage, during forest utilisation using skidders occurs on the root (41%) in beech and horn beam forests in Iran.

During felling, crowns of neighbouring trees are mostly damaged, while during skidding of wood mass, the root system is mostly damaged. Also, during the same research it was determined that the most common width of the damage ranges from 50 to 200 cm<sup>2</sup> (Danilović et al. 2015).

According to research by Hartsough (2003), the largest amount of damage is in the lower diameter sub-class, confirmed by Zahirović et al. (2016).

According to the research by Zahirović et al. (2016), in forests of fir and spruce it was determined that trees with one damage each appear the most. It has also been determined that spruce has more damage to roots and stem compared to the crown, while in the case of fir it is vice-versa. Based on the same research, authors reached the data that say that most damage appeared on the stem (71.6%), while crown had 18.8% and root collar had 9.6%. Mentioned by the same author, in forest of fir and spruce it is determined that average size of damage on fir was 607.14 cm<sup>2</sup>, and on spruce was 407.27 cm<sup>2</sup> during felling with chainsaw and extraction of wood mass using a skidder.

Damage on trees most favourably affected the occurrence of disease on those trees and represent the biggest danger to the surrounding healthy trees (Vasiliauskas 2001).

Akayet et al. (2004) propose to synchronise felling with characteristics of forest, type of mechanisation and intensity of felling, including some other factors that affect the effectiveness of work.

Erogluet et al. (2009) state that technique and technology of work have to be focused on the reduction of damage to the remaining trees, young growth and land/soil.

During mechanised skidding of wood assortments, in addition to stand damage (standing trees and young trees) there is also damage to the environment (soil, water, discharge of pollutants, etc.). This and similar research represented the subject of study for numerous authors (Calcante et al. 2018; Ilintsev et al. 2018; Karaszewski et al. 2018; Marusiak and Neruda 2018; Solgi et al. 2018; Labelle and Lemmer 2019; Solgi et al. 2019a; Solgi et al. 2019b.).

Problems that appear during forest utilisation are present in Bosnia and Herzegovina. Wood extraction by animals is less and less present, unlike extraction by cable-skidder with

ever growing presence. Good work organisation and larger attention of those performing forest utilisation operations should impact the reduction of damage on trees (Halilović et al. 2019).

The objective of the research is to determine various indicators of damage to standing trees during the felling and wood extraction phases of fir and other species of wood in fir – beech uneven aged stands in the area of Forestry Glamč. Indicators of damage will present themselves with the following features of damaged trees: tree type, breast height diameters of damaged trees, cause of damage, size of bark damage, place of damage, management significance of damaged tree and status of damaged trees.

## MATERIAL AND METHODS

### MATERIJAL I METODE

The research was done in the area managed by C.F.M.C.<sup>3</sup> “Hercegbosanske šume” ltd Kupresin the area of F.M.A. “Glamčko”. F.M.A. “Glamčko” consists of five management units; M.U. “Hrbine-Kujača” was selected for research. Inside this management unit we selected compartment 174 and sub-compartment b (figure 1). Compartment 174/bis located at an altitude between 1300 - 1400 meters. The surface of this compartment is 54.91 ha.

Sub-compartment “b” belongs to the management class 1211 – “Forests of beech and fir with spruce on primarily deep calcocambisol, luvisol and their combinations on firm limestone and dolomite”. The ratio of mix per wood growing stock in compartment is the following: fir 42.87%, beech 41.63% and spruce 13.71%. Out of other tree species, 1.30% are valuable broad-leaved species and 0.49% of soft broad-leaved species. Wood growing stock is 260.35 m<sup>3</sup>/ha and total growing stock is 14,295.82 m<sup>3</sup>. Fir has a total growing stock of 6,128.04 m<sup>3</sup> (110.60 m<sup>3</sup>/ha), spruce 1,960.42 m<sup>3</sup> (35.70 m<sup>3</sup>/ha), beech 5,952.98 m<sup>3</sup> (108.40 m<sup>3</sup>/ha), valuable broad-leaved species 185.56 m<sup>3</sup> (3.38 m<sup>3</sup>/ha) and soft broad-leaved species 69.80 m<sup>3</sup> (1.27 m<sup>3</sup>/ha).

A road, 2.2 km in length, passes through this compartment and also along the part of the border of the compartment there is a road of 3.5 km in length. The total length of all skidding trails in compartments is 5.2 km. Therefore, the openness of compartment is 10.37 m/ha. The average skidding distance is 501-750 meters. Terrain conditions are moderately favourable for work. For the most part of the terrain, there are no significant slopes. Slopes are mainly in average of about 25%.

Tree felling and extraction of cut wood mass was done in May 2018, with the total cut of approx. 2,900 m<sup>3</sup>, and out



**Figure 1** M.U. “Hrbine-Kujača”, compartment/sub-compartment 174/b  
Slika 1. G.J. „Hrbine-Kujača”, odjel/odsjek 174/b

of that number 1,550 m<sup>3</sup> are conifers and 1,350 m<sup>3</sup> are broad-leaved species. Total marked trees are 2,008, and average marked volume of trees is 53.16 m<sup>3</sup>/ha. The achieved intensity of marking of 16.52% for conifers, 20.72% for broad-leaved intensity, and total intensity is 18.30%. The intensity was adjusted to the conditions of the stand, i.e. the achieved intensity is larger than prescribed, due to the damage from previous work period and bad quality of beech trees.

The phase of felling and processing was done by two groups in formation 1+1 (one cutter and one assistant worker), and the felling was conducted using the chainsaw by the manufacturer STIHL model MS 362 (figure 2). The extraction of cut wood mass was done using three LKT 81

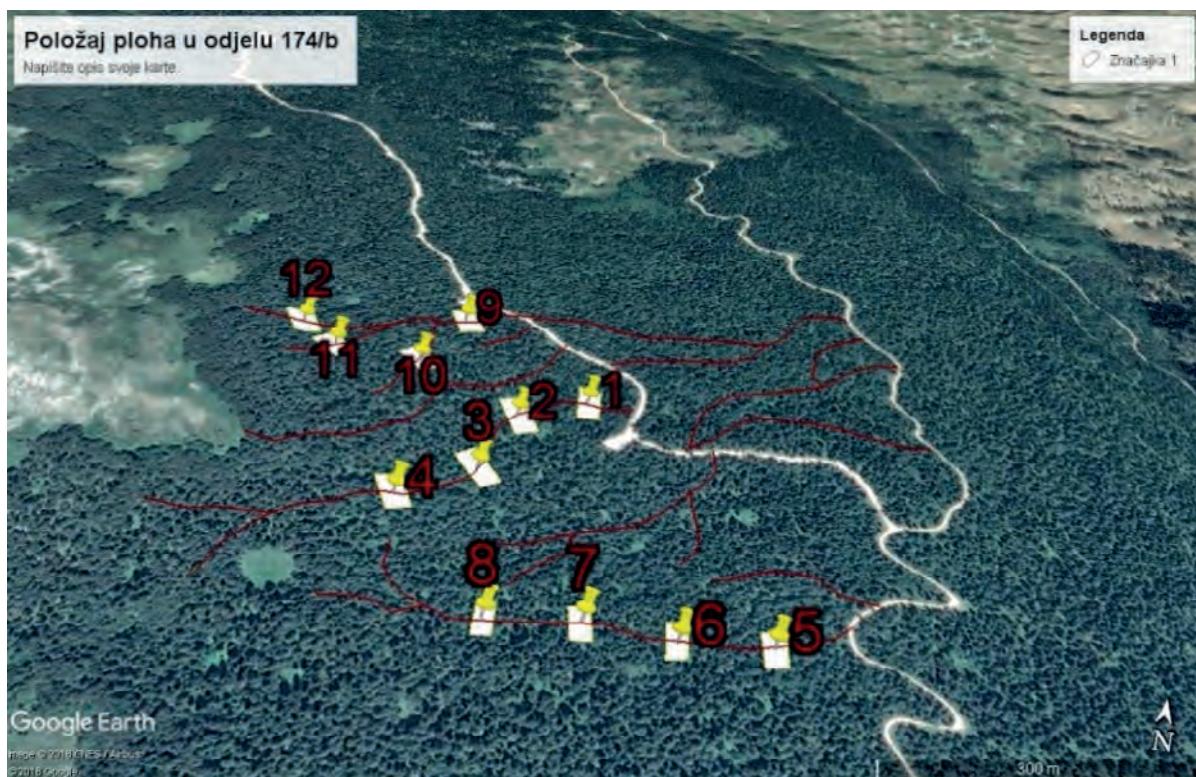


**Figure 2** Stihl chainsaw  
Slika 2. Motorna pila Stihl



**Figure 3** LKT81 Skidder (foto: Šarić M.)  
Slika 3. Traktor LKT81

<sup>3</sup>Cantonal Forest Management Company



**Figure 4** Sample plots' position in compartment/sub-compartment 174/b (Google Earth Pro<sup>4</sup>)

**Slika 4.** Položaj pokusnih ploha u odjelu/odsjeku 174/b

skidders (figure 3). The applied work method was assortment work method.

Prior to the initiation of all operations in M.U. "Hrbinje-Kujča", we set-up plots in compartment 174/b. 12 plots were set. Dimensions of the plots were 30x30 meters.

The plots were set using compasses, by determining the azimuth from the skidder trail and then measuring using measuring tape 30 meters into the length of the plot. Borders of the plots were marked with spray by marking border trees. Trees were marked with two red lines and a point between them. In such a manner, the number of the plot and the mark of the zone were written.

In defining the plot site, we used the program Google Earth Pro (figure 4). Microsoft Excel was used for data processing. Also, other tools were used such as a compass, measuring tape, calliper, ruler and GPS.

In determining the damage per damage location, we applied the classification determined by Meng (1978), which separates four categories of damage: damage to the root, damage to root collar, damage to butt end and damage to stem.

Also, damage that had appeared in the past work period was recorded, which was then characterised as "old damage". We analysed exclusively trees above the taxation

threshold (above 5 cm of breast height diameter). Besides recording data on the location of damage, the following data were gathered: amount of damage, size of damage, place of damage and cause of damage. With that we had to determine the tree type, breast height diameter and its economic value. Damage per type of damage was classified as crushed bark or bark peel-off. Crushed bark is damage where the wood cambium zone is not visible and the surface layer of the bark has been removed. Bark peel-off represents damage where the wood cambium zone is visible. Recordings were done in June 2018. During this research, damage was analysed after the work phases had been completed.

During data processing, the degree of tree damage and the forecast of its health status was to be determined. That is why it was necessary, even after the recording of damage, to determine its economic value. Trees were classified in three groups:

1. Selected (tree that by its characteristics should be selected and which has large value considering the possibility to use the wood mass)
2. Useful (tree that does not have large economic value considering the possibility to use the wood mass but it is useful because it helps other growing trees)

<sup>4</sup> Source: <https://www.google.ba/search?q=GOOGLE+EARTH+PRO&aqs=chrome..69i57ja15.8175j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

3. Irrelevant (tree which regardless of the damage is of bad physiological status and, with that, does not have any positive influence/impact on selected trees).

Since we performed recordings and sizes of damage, based on that, trees were divided according to degree of damage. According to the degree of damage, the trees were divided into:

1. Very severely damaged (trees, whose damage is such that there is no chance of recovery from gained wounds),
2. Severely damaged (trees, whose damage is such that there is a possibility to recover from gained wounds but the damage is such that there will be no significant use of the tree considering the possibility to use the tree in the economy) and
3. Insignificantly damaged (trees, whose damage is such that the tree it self will very quickly recover from its wounds),
4. Undamaged trees.

Set test plots were not close to truck roads, therefore, there was no damage during remote transport with loading, and also plots were not close to landings.

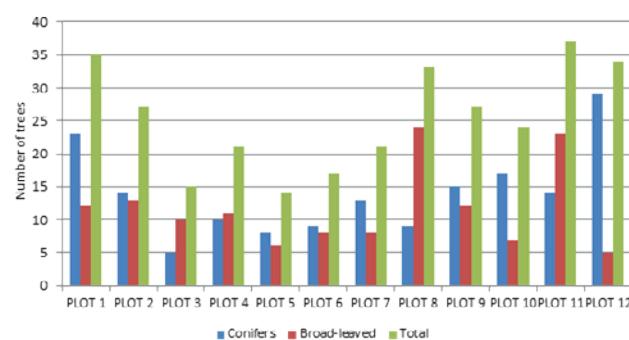
## RESULTS

### REZULTATI

The results represent part of the research during the felling and wood extraction phases using the LKT 81 skidder in uneven aged forests in the area of Forestry Kupres.

#### Types of damaged trees – *Vrste oštećenih stabala*

Damage was recorded on 166 conifer trees and 139 broad-leaved trees. Out of the total number of damaged trees of



**Graph 1** Distribution of damaged trees per plots and total in compartment 174/b

**Grafikon 1.** Raspored oštećenih stabala prema ploham i ukupno u odjelu 174/b

conifers, 133 are fir trees, 33 are spruce trees, 130 beech trees and 9 trees of other broad-leaved species. Intensity of damage, i.e. ratio of damaged and healthy trees is 18.9 % (table 1.).

If we add the trees that have only old damage to these trees, then it would be necessary to add to the above-mentioned trees a total of 191 tree, and then the intensity of damage would be 30.62 % i.e. almost every third tree would be damaged.

The number of damaged trees is represented in graphic (graph 1.).

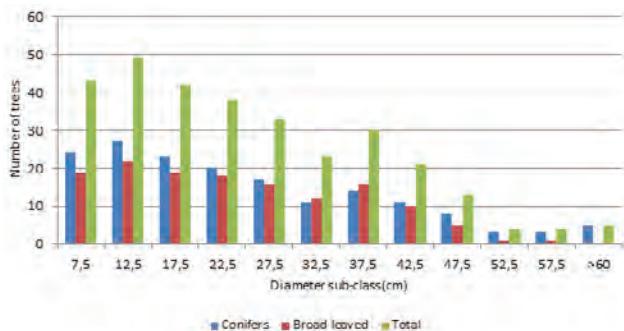
#### Breast height diameter of damaged trees – *Prsni promjer oštećenih stabala*

During the research, we recorded 10 damaged trees with the lowest breast height diameter of 6 cm on breast height, and the damaged tree with the highest breast height dia-

**Table1 Number** of damaged trees per tree type

Tabela 1. Broj oštećenih stabala prema vrstama drveća

| Plots<br>Plohe | Number of trees<br>after felling<br><i>Broj stabala nakon<br/>sječe</i> | Conifers<br>Četinjače     |                                |                              | Broad-leaved<br>Listače                     |  |  | Total<br><i>Ukupno</i> |
|----------------|---|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|--|--|------------------------|
|                |   | Fir<br><i>Obična jela</i> | Spruce<br><i>Obična smreka</i> | Beech<br><i>Obična bukva</i> | Other broad-leaved<br><i>Ostale listače</i> |  |  |                        |
| PLOT 1         | 158   | 20                        | 3                              | 11                           | 1   |  |  | 35                     |
| PLOT 2         | 133   | 12                        | 2                              | 13                           | 0   |  |  | 27                     |
| PLOT 3         | 120   | 3                         | 2                              | 10                           | 0   |  |  | 15                     |
| PLOT 4         | 116   | 9                         | 1                              | 10                           | 1   |  |  | 21                     |
| PLOT 5         | 86  | 6                         | 2                              | 6                            | 0   |  |  | 14                     |
| PLOT 6         | 101   | 6                         | 3                              | 5                            | 3   |  |  | 17                     |
| PLOT 7         | 103   | 11                        | 2                              | 8                            | 0   |  |  | 21                     |
| PLOT 8         | 127   | 5                         | 4                              | 22                           | 2   |  |  | 33                     |
| PLOT 9         | 156   | 11                        | 4                              | 12                           | 0   |  |  | 27                     |
| PLOT 10        | 150   | 12                        | 5                              | 7                            | 0   |  |  | 24                     |
| PLOT 11        | 185   | 11                        | 3                              | 21                           | 2   |  |  | 37                     |
| PLOT 12        | 175   | 27                        | 2                              | 5                            | 0   |  |  | 34                     |
| $\Sigma$       | 1,610   | 133 (43.7%)               | (10.8%)                        | 130 (42.6%)                  | (2.9%)                                      |  |  | 305 (100%)             |



**Graph 2** Distribution of damaged trees as per diameter sub-class for conifers, broad-leaved and total

**Grafikon 2.** Raspored oštećenih stabala prema debljinskim stupnjevima za četinjače, listače i ukupno

ter was 65 cm. The distribution of damaged trees per diameter sub-class is presented on graph 2.

The largest number of damaged trees is in the diameter sub-class of 12.5 cm and 7.5 cm. Smaller size damage is in larger diameter sub-classes.

#### Cause of damage – *Uzrok oštećenja*

Damage was classified in the following manner regarding the causes of said damage: damage which appeared during felling and processing, damage which appeared during winching and damage which appeared during skidding of wood. Distribution of damage per cause of damage is provided in graph 3.

In the presented graph, it is visible that damage that occurs on trees are mostly caused during the winching phase, which makes over 50% of all damage.

#### Size of wounds/damage – *Veličina ozljeda/oštećenja*

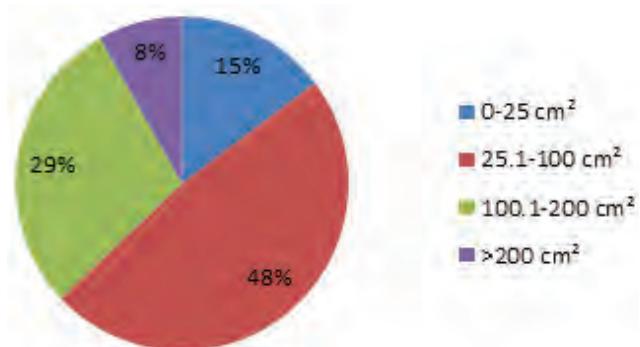
Damage per size was divided into four categories: 0–25 cm<sup>2</sup>, 25.1–100 cm<sup>2</sup>, 100.1–200 cm<sup>2</sup> and >200 cm<sup>2</sup> according to the methodology used by Tavankar et al. (2017). The data on damaged trees per size of the wound in compartment 174/b is depicted in graph 4.

In the presented graph, it can be noticed, that most damage occurred with wounds in size of 25.1 – 100 cm<sup>2</sup>, while the



**Graph 3** Ratio of damaged trees considering the cause of damage

**Grafikon 3.** Odnos oštećenih stabala prema uzroku oštećenja



**Graph 4** Distribution of damaged trees regarding the size (area of) of the wound

**Grafikon 4.** Struktura oštećenih stabala prema veličini (površini) ozljede

smallest amount of damage was the one with area of damage over 200 cm<sup>2</sup>.

The average size of the wound in total on all plots is 92.26 cm<sup>2</sup>. On the surface, the largest wound occurred during extraction and amounted to 350 cm<sup>2</sup>, while the smallest wound occurred during felling and amounted to 5 cm<sup>2</sup>.

#### Place of damage – *Mjesto oštećenja*

During research we determined the type of damage that appears on trees regarding the place. Under type of damage we understand the type of wound and in that case, we considered three types of damage. Those are wounds which appeared by contusion of bark (wood cambium not visible), wounds which appeared by removing of a dead part (visible wood cambium) and combined wounds.

The appearance of damage regarding the type (crushed bark, bark peel-off, combined) and place of damage (stem, butt end, root collar or root) is depicted in the following images and values of gained data are provided in graph 5.

According to the data presented in graph 5., it is noticeable that the largest number of all forms of wounds/damage is located on butt end, while the smallest amount of damage can be seen on the root.

Management value of damaged trees – Gospodarska važnost oštećenih stabala

For each damaged tree we evaluated its management value (selected, useful and irrelevant) (graph 6.).

Out of 305 damaged trees, 112 trees (36.7%) belong to the category Selected tree, 115 trees (37.8%) belong to the category Useful tree and 78 trees (25.6%) belong to the category Irrelevant tree.

#### Status of damaged trees – *Stanje oštećenih stabala*

During the analysis of trees regarding the degree of damage, all trees were divided into three (3) categories: very severely damaged, severely damaged and insignificantly damaged (graph 7.).



**Figure 5** Old damage  
**Slika 5.** Staro oštećenje  
Foto: (Šarić, M.)



**Figure 6** Damage to root and root collar  
**Slika 6.** Oštećenje korijena i žilišta  
Foto: (Šarić, M.)

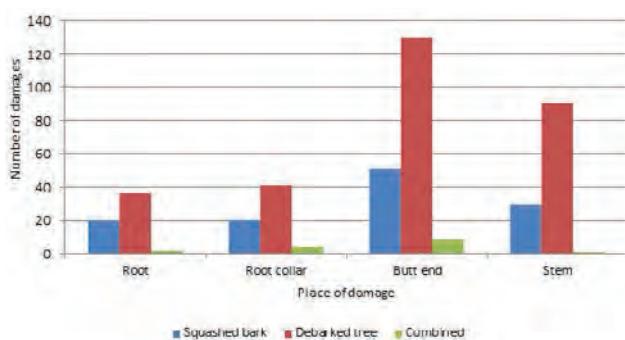


**Figure 7** Damage to butt end  
**Slika 7.** Oštećenje pridanka  
Foto: (Šarić, M.)



**Figure 8** Damage to stem  
**Slika 8.** Oštećenje debla  
Foto: (Šarić, M.)

In Graph 7, it is visible that a total of 66 trees (21.7%) are in the category of very severe damage, 127 trees (41.6%) in the category of severe damage and 112 trees (36.7%) belong to the category of insignificant damage.

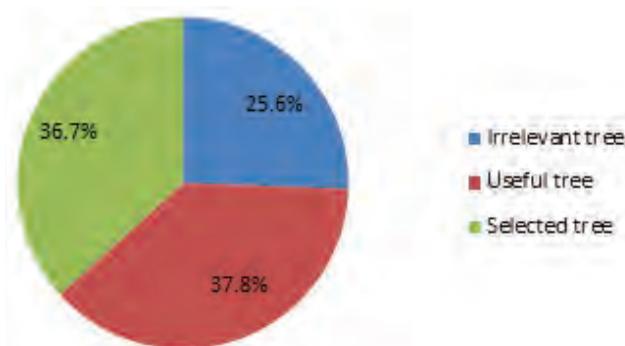


**Graph 5** Distribution of damaged trees regarding the type and place of damage  
**Grafikon 5.** Raspored oštećenih stabala prema vrsti i mjestu oštećenja

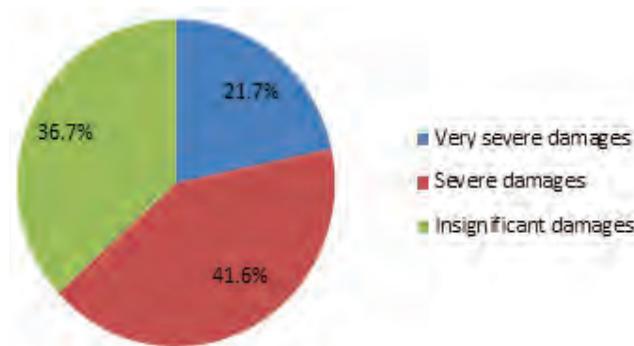
## DISCUSSION RASPRAVA

Through an analysis of damaged trees per plots, it can be determined that the most trees were damaged on plots 1, 8, 11 and 12 (graph 1). The main reason of such damage to trees per plots is in the organisation of work and position and characteristics of the plot itself. We can assume that the workers who performed the operation of forest utilisation on the mentioned plots, were not careful during their performance as they were on other plots, because these plots are further away from the truck road and this is most likely the main reason of larger damage on trees per plots. Also, parts of these plots, when observed from the aspect of terrain characteristics, are less favourable than other plots and thereby more damaged trees appeared on these plots.

When we analyse the distribution of damaged trees per diameter sub-classes we can determine that the largest number of damaged trees is in diameter sub-class of 12.5 cm,



**Graph 6** Ratio of damaged trees regarding its management value  
**Grafikon 6.** Odnos oštećenih stabala prema njihovoj gospodarskoj važnosti



**Graph 7** Ratio of damaged trees regarding the degree of damage  
**Grafikon 7.** Odnos oštećenih stabala prema stupanju oštećenosti

while only five (5) damaged trees over 60 cm breast height diameter. Other researchers reached the same results.

According to the research by Sabo (2003), the largest number of damaged trees is in the diameter sub-classes of 12.5 cm and 17.5 cm. Veselinović (2012) determined that the largest number of damaged trees is in the diameter sub-class of 12.5 cm, while in the research of Zahirović et al. (2016), the largest number of damaged trees is in diameter sub-class of 17.5 cm.

When we analyse the damage regarding the case of damage, then the largest amount of damage happens during the second phase of forest utilisation i.e. the phase of skidding and winching. According to this research, we recorded 88 trees or 29% that were damaged during felling and processing and 217 or 71% trees during the phase of wood extraction i.e. 157 or 51% trees during the winching phase and 60 or 19% trees during the skidding phase. According to the research by Danilović et al. (2015), the largest number of damaged trees is caused during tree felling (around 50%), while according to the research by Tavankar et al. (2013), the greatest amount of damage happened during the extraction phase (74.4%), while during the felling and processing phases 25.6% damage occurred. The differences that appear in these researches can be the result of various factors.

The analysis of damage per size shows that damage in size of 25.1–100 cm<sup>2</sup> is the most common.

The average size of the wound caused during felling is 79.51 cm<sup>2</sup>, the average size of the wound caused during winching is 109.87 cm<sup>2</sup> and the average size of the wound caused during skidding is 90.75 cm<sup>2</sup>. When we compare these results with the results of other research, then we can spot significant differences.

According to the research by Sabo (2003), the smallest height of the wound from the ground is 10 cm, and the largest is 275 cm.

In the research by Tavankar et al. (2015), the largest number of wounds ranges from 11–50 cm<sup>2</sup> (46%), and the smallest appears in a range over 201 cm<sup>2</sup>.

In the research by Zahirović et al. (2016), it was determined that the greatest amount of damage appears over 100 cm<sup>2</sup>.

According to the research by Veselinović (2012), the average size of wounds caused during approaching with cable-skidder with winch is 1,104 cm<sup>2</sup>, and during extraction with animal is 465 cm<sup>2</sup>. The differences, that appear in these researches, most likely are caused by different stand characteristics and the non-implementation of appropriate protective measures during forest utilisation as protection of trees next to skids.

The most common type of damage according to place of damage, is damage to butt end, and the least common is damage to the root. According to the damage type, the most common is damage that caused the removal of bark.

Vondra and Bogojević (1994) determined that 78% of damage out of all damage occurs on the height of 1 m from the ground.

According to Sabo (2003), the largest amount of damage was on root buttress 84 to 91% while other tree parts (root, stem) were less damaged.

In the research by Zahirović et al. (2016), the largest amount of damage appears in the area of butt end and root collar (72%).

Also, according to the research by Tavankar et al. (2013), the largest amount of damage appears in the area of butt end (57%), and in the research by Veselinović (2012), damage is also on the butt end (53%).

The largest percentage share of damaged trees is in the category of useful tree (37.8%), then in the category selected tree (36.7%). Similar results were reached by Veselinović (2012) who determined that the largest number of damaged trees is with characteristics of selected trees (44%), while the smallest are those categorised into irrelevant trees (23%). Sabo (2003) determined that there were 46% of damaged selected trees, 30% of useful, and 24% of irrelevant trees on object A, and on object B there were 35% of selected trees, 42% of useful and 23% of irrelevant trees.

The largest share of trees that suffered very severe damage are in the category of trees that have a surface of the wound larger than 150 cm<sup>2</sup>, while the share of those trees that suffered insignificant damage are in the category of trees that have the surface of the wound smaller than 50 cm<sup>2</sup>. In the research by Veselinović (2012), the largest number of damaged trees belongs to severely damaged trees (38%), while the smallest number of damaged trees is in the group of very severely damaged trees (28%). These results are similar to the results reached in this research. According to research by Sabo (2003), there was a percentage of 53% very severely damaged trees on object A, 41% of severely damaged trees and 6% of insignificantly damaged trees. On object B, there was a percentage of 47% of very severely damaged trees, 47% of severely damaged trees and 6% of insignificantly damaged trees.

## CONCLUSIONS

### ZAKLJUČCI

During the operations of felling and extraction of wood, unavoidable damage is caused to the remaining trees. In addition, there is damage that could be avoided with the application of proper technology and methods of work, selection of work assets, change of relationship of worker and manager towards work, forest and damage to the stand.

In this research, the total amount of recorded damage is 305 trees, 133 trees of silver fir, 130 trees of European beech, 33 trees of European spruce, 8 trees of rowan and one tree of sycamore.

Overall damage intensity was 18.9%, and when we add to this the old damage, the overall number of wounds is 496 (30.6%).

The largest amount of damage is in the diameter sub-class ranging from 10 to 15 cm.

According to the cause of damage, the largest amount of damage occurred during the wood extraction phase (217 trees).

Important factors influencing the occurrence of damage in the winching phase are the experience and training of workers. The amount of damage could be lowered in this case through additional worker training, especially in the case of selecting the skidding direction and load formation.

It is necessary to increase control in the performance of all operations in forest utilisation, modernise machines used in forest utilisation and in quality way open compartments with forest transport infrastructure.

With a series of indicators on damage and wounds to the stand, we have confirmed the assumption that stand and terrain conditions are deciding/determining factors of damaging, with equal other conditions – technology and methods, work assets and work executioners. With that, we additionally confirmed the need to develop work qualification of stands for the purpose of modelling of standardised dynamic measures and measures to validate quality of performed works in forests. Without those solutions it will not be possible to improve (or just introduce) the system of valuation of complex efficacy of getting wood and other work (production) processes in forestry.

## REFERENCES LITERATURA

- Akay A., Yilmaz M., Tongue F. 2006. Impact of mechanized harvesting machines on forest ecosystem: Residual stand damage. *Journal of Applied Sciences*, 11:2414-2419.
- Badraghi N., Erler J., Hosseini S.A.O. 2015. Residual damage in different ground logging methods alongside skid trails and winching strips. *Journal of Forest Science*, 61(12): 526-534.
- Behjou F.K. 2016. Economic Analysis of Residual Tree Damage Following Selection Logging in a Caspian Hardwood Forest. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research and Development*, 3, 23-27.
- Calcante, A., Facchinetti, D., Pessina, D., 2018: Analysis of Hazardous Emissions of Hand-Operated Forestry Machines Fuelled with Standard Mix or Alkylate Gasoline. *Croat. J. For. Eng.* 39(1): 109–116.
- Danilović M. 2015. Damage to residual trees and regeneration during felling and timber extraction in mixed and pure beech stands. *Šumarski list*, 5-6: 253-262.
- Dvorak J., Iordache E. 2010. Estimating the level of trees damage and financial losses by logging. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II, Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, Vol. 3(52): 37-46.
- Erlogu H., OzturkO.U., Sonmez T., Tilki T., Akkuzu E. 2009. The impacts of timber harvesting techniques on residual trees, seedlings and timber products in natural oriental spruce forests. *African Journal of Agricultural Researche*, 4:220-224.
- Halilović V., Musić J., Bajrić M., Sokolović Dž., Knežević J., Kupusović A. 2019: Analiza potrošnje goriva pri sjeći i izradi stabala hrasta kitnjaka na području p.j. Šumarija „Zavidovići“. *Šumarski list*, 7/8: 437-446.
- Hartsough B. 2003. Economics of harvesting to maintain high structural diversity and resulting damage to residual trees. *Western journal of applied forestry*, 15: 1-7.
- Ilintsev, A., Nakvasina, E., Aleynikov, A., Tretyakov, S., Koptev, S., Bogdanov, A., 2018: Middle-Term Changes in Topsoils Properties on Skidding Trails and Cutting Strips after Long-Gradual Cutting: a Case Study in the Boreal Forest of the North-East of Russia. *Croat. J. For. Eng.* 39(1): 71–83.
- Kaminsky E. 1984. Die Mechanisierung der Holzgewinnung in der Polen. Referat na simpozijum Mehanizacija u iskorištavanju šuma, Zalesina, 7- 8: 158-163.
- Karaszewski, Z., Łacka, A., Mederski, P.S., Bembeneck, M., 2018: Impact of Season and Harvester Engine RPM on Pine Wood Damage from Feed Roller Spikes. *Croat. J. For. Eng.* 39(2): 183–191.
- Kulušić B. 1977. Iskorištavanja šuma. Proizvodnja šumskih sortimenata. Šumarski fakultet u Sarajevu.
- Kulušić B. 1990. Karakteristike šumskih terena kao indikatora izbora tehnologije privlačenja drveta. *Šumarski list*, 11-12: 463-473.
- Labelle, E.R., Lemmer, K.J., 2019: Selected Environmental Impacts of Forest Harvesting Operations with Varying Degree of Mechanization. *Croat. J. For. Eng.* 40(2): 239–257.
- Martinić I. 1991. Oštećenjesastojinepriobaranjustabala, izradi i privlačenju drva. *Šumarski list*, 1-2: 33-49.
- Marusiak, M., Neruda, J., 2018: Dynamic Soil Pressures Caused by Travelling Forest Machines. *Croat. J. For. Eng.* 39(2): 233–245.
- Meng W. 1978. EineMetodezurErfassung von Ruckenschäden. *Forsttechnische Informationen* 12.
- Ostrofsky W.D. 1988. Improving tree Quality and Forest Health by Reducing Logging Injuries, in Proceedings of Mains Hardwood Resource: Quantity Resource Quality. Orono, ME, str. 29-35.
- Petreš, S., 2006: Damages on the Young Plants During the Timber Extraction by Cable Skidder LKT 81 T from the Final Cut of Pedunculate Oak. *Šumarski list* 130(3-4): 87-100.
- Poršinsky T., Ozura M. 2006. Oštećenost dubećih stabala pri izvođenju drva forvarderom. *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Nova mehanizacija šumarstva*, Vol 27 (1): 41-48.
- Sabo A. 2003. Oštećivanje stabala pri privlačenju drva zgloboznim traktorom timberjack 240c u prebornim sastojinama. *Šumarski list*, 7-8: 335 – 346.
- Solgi A., Najafi A. 2007. Investigating of residual tree damage during ground based skidding. *Pakistan Journal of Biological science*, 10: 1755-1758.
- Solgi, A., Naghdi, R., Labelle, E.R., Tsioras, P.A., Salehi, A., 2018: Comparison of Sampling Methods Used to Evaluate Forest Soil Bulk Density. *Croat. J. For. Eng.* 39(2): 247–254.
- Solgi, A., Naghdi, R., Labelle, E.R., Behjou, F.K., Hemmati, V., 2019a: Evaluation of Different Best Management Practices for

Erosion Control on Machine Operating Trails. Croat. J. For. Eng. 40(2): 319–326.

- Solgi, A., Naghdi, R., Zenner, E.K., Tsioras, P.A., Hemmati, V., 2019b: Effects of Ground-Based Skidding on Soil Physical Properties in Skid Trail Switchbacks. Croat. J. For. Eng. 40(2): 341–350.
- Tavankar F. 2013. Felling and skidding damage for residual trees following selection cutting in Caspian forest of Iran. Journal of science, 59 (5): 196-20.
- Vasiliauskas R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forest. Forestry, 74: 319-336.
- Veselinović T. 2012. Mehanička oštećenja dubećih stabala i podmlatka kao posljedica operacija iskorištavanja šuma na području

SGP „Igmansko“ Magistarski rad, Šumarski fakultet u Sarajevu. str. 1-59.

- Vondra V., Bogojević S. 1994. Prinos znanju o uporabi srednjeg skidera Ecotrac V organizacijskim i ekonomskim pokazateljima rada, Mehanizacija šumarstva, 19 (4): 247-258.
- Zahirović K., Treštić T., Mujezinović O., Hasković A. 2016. Utjecaj sječe i izrade drvne mase na oštećenost i zdravstveno stanje stabala smreke i jеле na području planine Zvijezda. Naše šume, 44-45: 15-29.
- Anonimus 2018. Management plan for forest compartment 174/b MU „Hrbinje-Kujača“
- Anonimus 2019. Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodo-privrede i sumarstva <https://fmpvs.gov.ba>

## SAŽETAK

Mehanizacija koja se koristi u iskorištavanju šuma utječe na pojavu oštećenja u sastojini i na šumskom tlu. Istraživanja u ovom radu su imala za cilj utvrđivanje oštećenja na stablima jele i drugih vrsta drvca pri sjeći i izradi drvnih sortimenata te privlačenju šumskim zglobnim traktorom.

Istraživanja su obavljena u mješovitim šumama bukve i jele sa smrekom na području ŠGP „Glamočko“, G.J. „Hrbinje-Kujača“.

Prikljeni su sljedeći podaci o oštećenim stablima: vrsta drveća, prsni promjer stabla, privredna važnost stabla, broj oštećenja, mjesto oštećenja, uzrok oštećenja, vrsta oštećenja.

Oštećenja su evidentirana kod ukupno 305 stabala, 133 stabala jele (*Abies alba*), 130 stabala bukve (*Fagus sylvatica*), 33 stabla smreke (*Picea abies*), osam stabala jarebika (*Sorbus aucuparia*) i jedno (1) stablo gorskog javora (*Acer pseudoplatanus*). Ukupan intenzitet oštećenja je iznosio 18,7%, a kad tome pridodamo i stara oštećenja, ukupan broj ozljeda iznosi 496. Prema tomu, kada se u obzir uzmu i stara oštećenja, tada intenzitet oštećenja iznosi 30,6%. Najveći broj oštećenja se nalazi u debljinskom stepenu od 10 do 14,99 cm.

Prema uzroku oštećenja, najveći broj oštećenja je nastao prilikom faze privlačenja (217 stabala), dok je prilikom sjeće oštećeno 88 ili 29% stabala. Kako je faza privlačenja podijeljena na fazu primicanja i privlačenja, ukupan broj oštećenih stabala tijekom faze primicanja iznosio je 157 ili 52%, dok je tijekom privlačenja broj oštećenih stabala iznosio 60 ili 19%.

Da bi se prilikom sljedećih operacija iskorištavanja šuma smanjile štete na stablima, potrebna je češća edukacija svih djelatnika koji obavljaju poslove iskorištavanja šuma, potrebno je povećati kontrole obavljanja svih poslova prilikom iskorištavanja šuma, modernizirati strojeve koji se koriste prilikom eksploatacije šuma te na kvalitetan način otvoriti odjele šumskim komunikacijama.

---

**KLJUČNE RIJEČI:** jela, smreka, bukva, sjeća, privlačenje, oštećenje.

# EFFECTS OF DIFFERENT TREATMENTS ON SEED DORMANCY BREAKING AND GERMINATION IN *Acer cappadocicum* Gleditsch var. *cappadocicum*

UTJECAJ RAZLIČITIH TRETMANA NA PREKID DORMANTNOSTI I KLIJAVOST SJEMENA *Acer cappadocicum* Gleditsch var. *cappadocicum*

Hanife ERDOĞAN GENÇ<sup>1\*</sup>, Ali Ömer ÜÇLER<sup>2</sup>

## SUMMARY

This study was carried out to determine effects of different pretreatment on seed germination and to overcome dormancy in *Acer cappadocicum* seeds. The seeds were collected in 2008 three times with approximately 15-days intervals. In order to overcome dormancy, several germination treatments were applied. The treatments were (1) different seed collection time, (2) soaking in water, (3) cold-moist stratification and (4) GA<sub>3</sub> (gibberellic acid) application. The treated seeds were germinated in growing chamber at 5 °C and in greenhouse conditions. This research showed that seeds of *Acer cappadocicum* exhibit physiological dormancy and require stratification period to overcome seed dormancy. The highest germination percentage in the growing chamber subjected to GA<sub>3</sub> process after eight weeks of stratification treatment was 62 % for *Acer cappadocicum* seeds. The highest germination percentage in greenhouse was obtained with cold stratification after eight weeks (95 %). It was found out that GA<sub>3</sub> treatment had a significant effect on germination in growth chamber + 5 °C but GA<sub>3</sub> treatment didn't have a significant effect on germination in greenhouse conditions. GA<sub>3</sub> treatment and soaking of unstratified seeds in water for 48 hr didn't have any positive effect on germination value in greenhouse conditions. Although growth chamber and green house results both indicated that seed collection time did not seem to play a role as statistically on seed germination, Duncan's test showed that the third seed collection time was in a different group.

**KEY WORDS:** *Acer cappadocicum*; seed; dormancy; stratification; gibberellic acid

## INTRODUCTION UVOD

*Acer cappadocicum* var. *cappadocicum* has a wide geographic distribution in Caucasia, West Asia and the Himalayas. It is distributed Northeastern Anatolia in Turkey ranges between 400m and 1600m (Yaltirik 1971) and is also common in the region of Ordu, Giresun, Trabzon, Rize and Artvin in Turkey (Davis 1966; Anşin and Ozkan 1997). Maple wood has a light color and is used in veneer and furniture manufacturing. Kitchen cabinets, furniture, parquet

and interior doors are extensively produced from maple wood in USA and Europe (Ulker and Hiziroglu 2018). Also, many of the maples have ornamental value due to their attractive foliage or interesting crown shape, as well as flowers or fruit (Zasada and Strong 2008).

Seeds of many trees and shrubs have dormancy at maturity and the mechanisms of dormancy which restrict germination differ according to species (Derkx 2000). *Acer* seeds are accepted by several researchers in the class of seeds with seed dormancy (Bradbeer 1988; Derkx 2000; Piotto

<sup>1</sup> Dr. Hanife Erdogan Genc, East Black Sea Forestry Research Institute, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Prof. Dr. Ali Omer Ucler, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, ucler@ktu.edu.tr  
Corresponding author: hanifeerdogangenc@ogm.gov.tr

and Noi 2001). Also, several studies have shown that *Acer* seeds have dormant embryo (Webb and Wareing 1972; Pinfield et al. 1987; Pinfield and Stutchbury 1990). Pre-germination requirements of *Acer* species seeds vary according to seed ripening time and the nature of dormancy (Phartyal et al. 2002). In Maple species, an endogenous dormancy is generally seen due to requiring a rest period after maturation of the embryo (Ucler and Turna 2005). This occurs in nature during the cold season or during cold stratification period in nursery practice (Piotto ve Noi 2001). Dormancy was removed by cold-moist stratification in many *Acer* species (Farmer and Cunningham 1981; Tylkowski 1995; Tremblay et al. 1996; Savage et al. 1998; Macdonald 1999; Gultekin 2007; Farhadi et al. 2013). In addition to cold-moist stratification, gibberellic acid also promotes breaking seed dormancy and stimulates seed germination in many species (Chen and Chang 1972; Beyhan et al. 1999; Phartyal et al. 2003; Drăghici and Abrudan 2010; Guney et al. 2015).

Although *Acer cappadocicum* spreads naturally in the Eastern Black sea forests, it can not be produced sufficiently in both private and forest nurseries. The use of naturally spreading species in reforestation studies is one of the main principles. In this study, seed dormancy removal of *Acer cappadocium*, one of the important *Acer* species of the eastern Black Sea region, were studied. The aim of the present study was to investigate the effect of different seed collec-

tion time, cold-moist stratification, GA<sub>3</sub> and soaking applications on seed dormancy breaking and germination in *Acer cappadocicum* seeds.

## MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

### Seed material – *Sjemenski materijal*

The seeds were collected from Trabzon –Sayrac village (857m, 52°05'65 N, 45°28'759 E) in Trabzon, Turkey at three different times with 15-day intervals (on September 12, 2008; on September 27, 2008; on October 10, 2008). The beginning of the greyish brown colour of the seed was decided as first collection time (Chauhan and Arun 1998). Afterwards, the seeds were harvested at three times with approximately 15-days intervals. Seed collected trees were marked with red oil paint. Thus, the same trees were used for different seed collection times. The harvested seeds were labeled and put into black plastic bags. The seeds were dewinged by hand and air-dried in the laboratory. The seeds were placed in glass jars after they reached approximately dry air humidity (10 ± 2 %) and stored in a cooler. The initial moisture content, the 1000-seed weight and seed viability according to Tetrazolium test of *Acer cappadocicum* seeds were determined for each collection time. The initial moisture content was determined by using drying oven method at 104 ± 1 °C 17 hr (ISTA, 1996).

**Table 1.** Laboratory and Greenhouse Experiments

Tablica 1. Pokus u laboratoriju i u stakleniku

| Treatments<br>Postupci | Laboratory experiments<br>Laboratorijski pokus  | Greenhouse experiments<br>Staklenički pokus  |
|------------------------|---|--|
| 1                      | No soaking and direct germination treatment<br>Bez močenja i direktni postupak klijavosti                 | No soaking and direct sowing treatment<br>Bez močenja i direktni postupak sjetve   |
| 2                      | 48 hr soaking and germination treatment<br>48-satni postupak močenja i klijavosti                         | 48 hr soaking and sowing<br>48 sati močenja i sjetve   |
| 3                      | 8 week(w) stratification (st.) and germination treatment<br>8 tjedana (t) stratifikacije (st.) i klijanja | No soaking + 8 w stratification<br>Bez močenja + 8 t stratifikacije  |
| 4                      | No soaking + 50 ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 50 ppm GA <sub>3</sub>                               | 48 hr soaking + 8 w stratification<br>48 sati močenja + 8 t stratifikacije   |
| 5                      | 48 hr soaking + 50 ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja + 50 ppm GA <sub>3</sub>                        | No soaking + 100 ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 100 ppm GA <sub>3</sub>  |
| 6                      | 8 w stratification (st.) + 50 ppm GA <sub>3</sub><br>8 t stratifikacije (st.) + 50 ppm GA <sub>3</sub>    | 48 h soaking + 100ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja + 100ppm GA <sub>3</sub>  |
| 7                      | No soaking + 100 ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 100 ppm GA <sub>3</sub>                             | No soaking + 8w stratification+100ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 8 t stratifikacije+100ppm GA <sub>3</sub>           |
| 8                      | 48 hr soaking + 100ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja + 100ppm GA <sub>3</sub>                        | 48 hr soaking+8 w stratification + 100ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja+8 t stratifikacije+ 100ppm GA <sub>3</sub>    |
| 9                      | 8 w stratification + 100 ppm GA <sub>3</sub><br>8 t stratifikacije + 100 ppm GA <sub>3</sub>              | No soaking + 400ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 400ppm GA <sub>3</sub>  |
| 10                     | No soaking + 400 ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja + 400 ppm GA <sub>3</sub>                             | 48 hr soaking + 400 ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja+ 400 ppm GA <sub>3</sub>  |
| 11                     | 48 hr soaking + 400ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja + 400ppm GA <sub>3</sub>                        | No soaking +8w stratification +400ppm GA <sub>3</sub><br>Bez močenja +8 t stratifikacije+400ppm GA <sub>3</sub>            |
| 12                     | 8 w stratification + 400 ppm GA <sub>3</sub><br>8 t stratifikacije + 400 ppm GA <sub>3</sub>              | 48 hr soaking+8 w stratification + 400 ppm GA <sub>3</sub><br>48 sati močenja+8 t stratifikacije + 400 ppm GA <sub>3</sub> |

## Laboratory and Greenhouse experiments – *Pokus u laboratoriju i u stakleniku*

In this study, treatments of growth chamber and greenhouse are shown below (Table 1).

### Laboratory Experiments – *Pokus u laboratoriju*

The seeds were soaked for 48 hr in water at room temperature (Genc 2007) before germination and sowing treatments in order to break dormancy caused by seed coat. Also, the seeds were treated with cold-moist stratification treatment to break seed dormancy. The seeds were mixed with approximately % 40 humidified sand and placed in plastic bags, and then stored in the refrigerator (at 4 °C) for cold-moist stratification treatment (Saatcioglu 1971; Jensen 2001; Yahyaoglu and Olmez 2004). In pre-experiments, the highest germination percentage of stratified seeds was obtained in seeds treated with stratification for 8 weeks. When the stratification period was prolonged, most of the seeds germinated during stratification period. Therefore, stratification period was determined as 8 weeks in this study. As a different treatment, the seeds collected different collection time were treated with GA<sub>3</sub> (Giberellic acid; 50,100,400 ppm) for 24 hr and germinated in growth chamber (Table 1).

Germination tests were conducted in petri dishes covered with filter paper (ISTA 1996) and 100 (4 X 25) seeds were used for each germination test. Petri dishes and filter paper were sterilized in the oven at 160 °C for approximately 2 hours. Also, the seeds were sterilized in a % 2 sodium hypochlorite solution for 10 minute and rinsed in pure water for 5 minute before germination treatments (Jensen 2001). Petri dishes covered and randomly placed in growth chamber. The seeds with radicles longer than 3 mm were thought to be germinated and taken from the petri dishes (Jensen 2001). Germination tests were considered completed when there

was no germination for 14 consecutive days (Tremblay et al. 1996). In pre-experiments, the highest germination percentage of *Acer cappadocicum* seeds was observed in germination experiments at + 5 °C. Therefore, in this study, the germination experiments were carried out at + 5 °C.

### Greenhouse Experiments – *Pokus u stakleniku*

In order to evaluate the germination performance of *Acer cappadocicum* seeds in the greenhouse conditions, seed beds (soil) were used in the greenhouse at East Black Sea Forestry Research Institute. The seeds were subjected to soaking 48 hr water, 8 week stratification, soaking 48 hr water + 8 week stratification and GA<sub>3</sub> applications (100 and 400 ppm) (Table 1). 100 seeds were used for each treatment. The seeds were sown on seed bed by using line sowing method (Genc 2007). 50 seeds were sown in each line and sand-forest soil mixture was used as cover material. The irrigation in greenhouse was done automatically. The temperature of morning, noon and evening in the greenhouse was recorded regularly from the beginning of germination to the end of germination. Germinants were recorded weekly.

### Statistical Analysis – *Statistička analiza*

In the present study, data were analyzed using the SPSS statistical software. Correlation analysis, Analysis of variance (ANOVA), Duncan's test and Independent samples t-test were used (Ozdamar 1999).

## RESULTS

### REZULTATI

### Laboratory Experiments – *Pokus u laboratoriju*

The seeds collected at three different times were germinated in the growing chamber at + 5 °C after they had been su-

**Table 2.** Results of ANOVA for effects of different pretreatments on seed germination

Tablica 2. Rezultati ANOVA za učinke različitih predtretmana na klijavost sjemena

| Variable Source<br>Izvor varijabолности   | Sum of Squares<br>Сума квадрата | Degree of freedom<br>Ступњеви слободе | Mean square<br>Средњи квадрат | F – value<br>F – vrijedност | p – value<br>P – vrijedност |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Collection time<br>Vrijeme sakupljanja  | 786,88                          | 2                                     | 393,44                        | 1,80                        | 0,17                        |
| Stratification<br>Stratifikacija  | 19450,88                        | 2                                     | 9725,44                       | 44,48                       | 0,00*                       |
| GA <sub>3</sub> application<br>Primjena GA <sub>3</sub>   | 1952,33                         | 3                                     | 650,77                        | 2,97                        | 0,03*                       |
| Collection time x Stratification<br>Vrijeme sakupljanja x Stratifikacija  | 832,44                          | 4                                     | 208,11                        | 0,95                        | 0,43                        |
| Collection time x GA <sub>3</sub> application<br>Vrijeme sakupljanja x primjena GA <sub>3</sub>                                   | 83,33                           | 6                                     | 13,88                         | 0,06                        | 0,99                        |
| Stratification x GA <sub>3</sub> application<br>Stratifikacija x primjena GA <sub>3</sub>   | 358,00                          | 6                                     | 59,66                         | 0,27                        | 0,94                        |
| Collection time x Stratification x GA <sub>3</sub> application<br>Vrijeme sakupljanja x stratifikacija x primjena GA <sub>3</sub> | 545,00                          | 12                                    | 45,44                         | 0,20                        | 0,99                        |

\*p< 0,05 (There is a statistically difference)

\*p< 0,05 (Postoji statistička razlika)

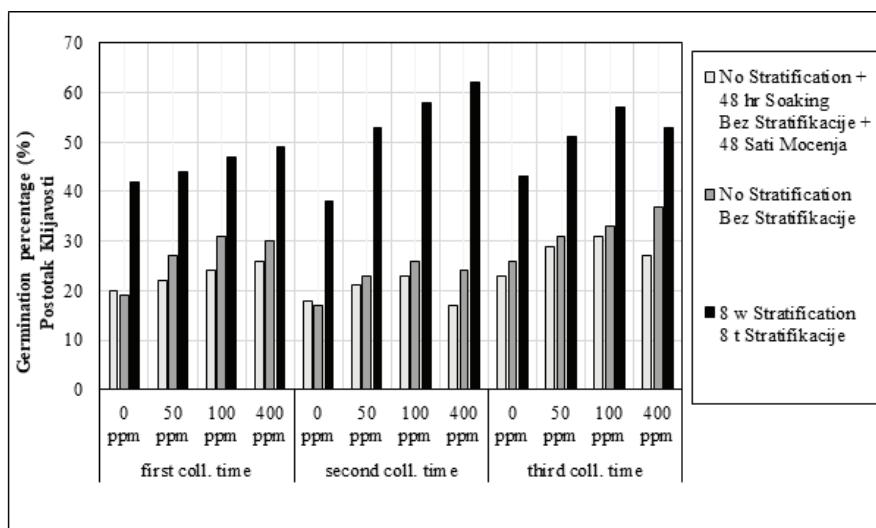
**Table 3.** Germination percentages and Duncan's test groups

Tablica 3. Procenata klijavosti i grupe Dunkanovog testa

| Variable Source<br>Izvor varijabilnosti                 | Treatments<br>Tretmani   | N                    | Mean value ± St. deviation<br>Srednja vrijednost ± st. devijacija        |
|---|--|----------------------|--|
| Collection time<br>Vrijeme sakupljanja                  | September 12<br>September 27<br>October 10   | 48<br>48<br>48       | 31,75 ± 16,21 a<br>31,66 ± 18,97 a<br>36,66 ± 19,32 a                    |
| *Stratification<br>*Stratifikacija                      | 8 week stratification<br>No stratification<br>48 hour soaking water + no stratification  | 48<br>48<br>48       | 49,66 ± 16,31 a<br>27,00 ± 13,29 b<br>23,41 ± 12,51 b                    |
| GA <sub>3</sub> application<br>Primjena GA <sub>3</sub> | GA <sub>3</sub> 1:No GA <sub>3</sub><br>GA <sub>3</sub> 2:50 ppm GA <sub>3</sub><br>GA <sub>3</sub> 3:100 ppm GA <sub>3</sub><br>GA <sub>3</sub> 4: 400ppm GA <sub>3</sub> | 36<br>36<br>36<br>36 | 27,33 ± 14,79 a<br>33,44 ± 16,03 b<br>36,66 ± 18,23 b<br>36,00 ± 22,28 b |

\*Pretreatments of stratification and 48 hour soaking + no startification were evaluated under this variable name

\*Predtretmani stratifikacije i močenja + bez stratifikacije procijenjeni su pod ovim varijabilnim imenom

**Figure 1.** The effect of seed collection time, soaking in water, stratification and GA<sub>3</sub> treatments on germinationSlika 1. Utjecaj vremena prikupljanja sjemena, močenja u vodi, stratifikacije i primjene GA<sub>3</sub> na klijavost

bjected to soaking 48 hr water, 8 week stratification and GA<sub>3</sub> applications (50, 100 and 400 ppm). The difference between the treatments was tested by analyses of variance and the significance of differences between groups was tested by Duncan's test (Table 2 and Table 3)

There was no effect of seed collection time on germination. The highest germination percentage was recorded after 8 weeks of cold-moist stratification (49,6 %). This result showed that 8 weeks cold-moist stratification significantly increased germination. Soaking in water of nonstratified seeds (stratification 3) wasn't any significant difference on seed germination (Table 3). GA<sub>3</sub> treatment had a significant effect on germination (Table 2) but there wasn't any difference between GA<sub>3</sub> doses (Table 3). Germination percentages were also evaluated in terms of treatments (Figure 1).

The highest germination percentage in the growing chamber was obtained in seeds collected at second seed collection time and subjected to GA<sub>3</sub> process after eight weeks of

stratification (62 %). Germination percentage was lower in control seeds. The soaking seeds in water for 48 hr wasn't any significant effect on germination (Figure 1).

#### Greenhouse Experiments – Pokus u stakleniku

The seeds collected at three different times were sown (15.01.2009) in the greenhouse after they had been subjected to soaking in water for 48 hr, stratification for 8 w and GA<sub>3</sub> treatments (100 and 400 ppm). The air temperature in the greenhouse was at +4 °C in the morning, +7 °C at noon and +9 °C in the evening at the beginning of first germination (26.01.2009). The average temperature in the greenhouse was at +11 °C in the morning, at +15 °C at noon and at 19 °C in the evening until the last date of germination. Germinants were counted at weekly. The difference between the treatments was tested by analyses of variance and the significance of differences between groups was tested by Duncan's test (Table 4 and Table 5)

**Table 4.** Results of ANOVA for effects of different pretreatments in the greenhouse

Tablica 4. Rezultati ANOVA za učinke različitih predtretmana u stakleniku

| Variable Source<br>Izvor varijabilnosti   | Sum of Squares<br>Suma kvadrata | Degree of freedom<br>Stupnjevi slobode | Mean square<br>Srednji kvadrat | F –value<br>F - vrijednost | p – value<br>P - vrijednost |
|---|---------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Collection time<br>Vrijeme sakupljanja  | 1713,44                         | 2                                      | 856,72                         | 2,51                       | 0,09                        |
| Stratification<br>Stratifikacija  | 13068,05                        | 1                                      | 13068,05                       | 38,30                      | 0,00*                       |
| GA <sub>3</sub> application<br>Primjena GA <sub>3</sub>   | 71,44                           | 2                                      | 35,72                          | 0,105                      | 0,90                        |
| Collection time x Stratification<br>Vrijeme sakupljanja × Stratifikacija  | 425,44                          | 2                                      | 212,72                         | 0,62                       | 0,54                        |
| Collection time x GA <sub>3</sub> application<br>Vrijeme sakupljanja × primjena GA <sub>3</sub>   | 85,22                           | 4                                      | 21,30                          | 0,06                       | 0,99                        |
| Stratification x GA <sub>3</sub> application<br>Stratifikacija × primjena GA <sub>3</sub>   | 4,11                            | 2                                      | 2,05                           | 0,06                       | 0,99                        |
| Collection time x Stratification x GA <sub>3</sub> application<br>Vr. prik. Sjema x Stratifikacija x primjena GA <sub>3</sub> GA <sub>3</sub> | 167,88                          | 4                                      | 41,97                          | 0,12                       | 0,97                        |

\*p&lt; 0,05 (There is a statistically difference)

\*p&lt; 0,05 (Postoji statistička razlika)

**Table 5.** Germination percentages and Duncan's test groups of *Acer cappadocicum* seeds

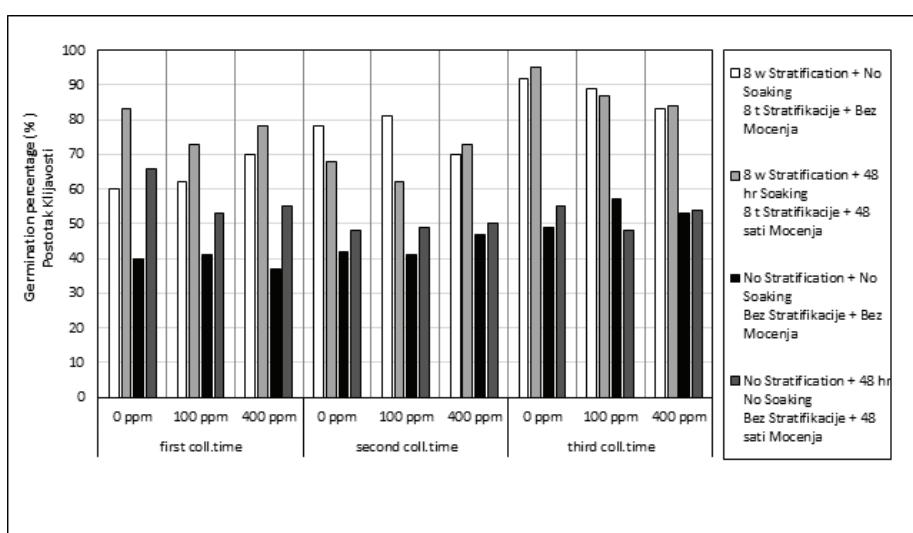
Tablica 5. Procenat klijavosti i grupe Dunkanovog testa za sjeme Acer cappadocicum

| Variable source<br>Izvor varijabilnosti                 | Treatments<br>Tretmani                    | Mean ± Std. Deviation<br>Srednja ± std. devijacija |
|---|---|--|
| Collection time<br>Vrijeme sakupljanja                  | September 12                              | 59,83 ± 20,29a                                     |
|   | September 27                              | 58,58 ± 21,27a                                     |
|   | October 10                                | 69,50 ± 23,18b                                     |
| *Stratification<br>*Stratifikacija                      | 8 week stratification                     | 76,11 ± 17,79a                                     |
|   | No stratification                         | 49,16 ± 16,73b                                     |
| GA <sub>3</sub> application<br>Primjena GA <sub>3</sub> | GA <sub>3</sub> 1:No GA <sub>3</sub>      | 63,75 ± 23,45a                                     |
|   | GA <sub>3</sub> 2:100 ppm GA <sub>3</sub> | 61,33 ± 23,72a                                     |
|   | GA <sub>3</sub> 3:400 ppm GA <sub>3</sub> | 62,83 ± 18,99a                                     |

\*The comparison of two independent populations was done by t test to evaluate the effect of stratification (P=0,000)

\*Usporedba dviju neovisnih populacija napravljena je pomoću t testa kako bi se procijenili učinci stratifikacije(P=0,000)

Although there was no significant difference between seed collection time according to the analysis of variance (Table 4), Duncan's test showed that the third seed collection time was in a different group (Table 5). This was due to the test's sensitivity. The effect of stratification was significant on germination (p<0.05). While the average germination percentage of seeds sown after eight weeks of stratification period was 76.11 %, the germination percentage of seeds sown unstratified was 49.16 %. GA<sub>3</sub> treatment didn't have a significant effect on germination. Also, according to the results of the correlation analysis, there was a positive correlation between seed collection time and germination ( $r=0.442$ ). In this study, t test was used to evaluate the effect of treatment of soaking in water. Accordingly, there was no significant difference between treatments (P=0.404). Germination

**Figure 2.** The effect of different pretreatments on germination of *Acer cappadocicum* seeds in green houseSlika 2.Učinci različitih predtretmana na klijavost sjemena *Acer cappadocicum* u stakleniku

nation percentages were also evaluated in terms of treatments (Figure 2).

The highest germination percentage in the greenhouse was observed in seeds collected at third seed collection time and subjected to eight weeks of stratification period after soaking in water for 48 hr without GA<sub>3</sub> treatment (95 %). GA<sub>3</sub> treatment and soaking of unstratified seeds in water for 48 hr didn't have any positive effect on germination value.

## DISCUSSIONS RASPRAVA

In this study, cold-moist stratification period was determined as eight weeks for *Acer cappadocicum* seeds in the preliminary trials. When the stratification period was prolonged, most of the seeds germinated during stratification period. Yahyaoglu et al. (2006) reported that seed germination during stratification period was an important factor in obtaining low germination in sowing. Because of this reason, stratification process should be continued to species requiring stratification period before germination process until the first germinant appear in stratification medium. Because, the germination of the seeds in stratification medium affected germination percentage negatively. Urgenc (1998) also reported that stratification period could extend from one week to 3-4 weeks or even longer depending on the species. If startification period extend, the seeds could begin to germinate during stratification medium. This situation was detected in some *Maple* species (Urgenc 1998; Piotto and Noi 2001; Bonner and Karrfalt 2008). The germination percentage of *Acer cappadocicum* seeds stratified for eight weeks was higher than seeds unstratified in both the growing chamber and the greenhouse conditions. This result underlines the fact that seeds of *Acer cappadocicum* exhibit physiological dormancy and require stratification period to overcome seed dormancy. Several researches have already investigated that some maples had seed dormancy and mature *Acer* seeds require at least eight weeks of cold moist stratification to overcome dormancy (Urgenc 1998; Macdonald 1999; Piotto and Noi 2001; Nasari et al. 2018). However, it is also stated that stratification period should be longer in order to break dormancy in seeds of *Acer saccharum* (Evans and Blazich 1999), five different *Acer* species (Yang and Lin 1999), *Acer ceasium* (Phartyal 2002). Also, Farhadi et al. (2013) pointed out that the highest germination value of *Acer velutinum* seeds was obtained after 16 weeks of cold-moist stratification. Furthermore, unlike the present study, Yilmaz (2007) reported that the dormancy of *Acer trautvetteri* seeds was completely removed by three months of chilling but all seed germinated during the chilling period. Therefore, in the present study, stratification period was suggested as eight weeks because of this situation can be cause failure in sown. In this study, it was determined that soaking unstratified seeds in water for 48 hr before germination trial was no statistically significant effect

on germination. However, when treatments evaluated on the basis of individual, the highest germination percentage in the greenhouse was obtained from seeds collected at third seed collection time and subjected to eight weeks of stratification period after soaking in water for 48 hr without GA<sub>3</sub> treatment (95 %) (Figure 2). Smilarly, after moist chilling for 16 weeks of seeds after soaking 48 hr in water and germinating at 5:15 °C, germination was 92 % in *Acer pensylvanicum* (Bourgoin and Simpson 2004). Furthermore, it was observed that soaking different *Acer* seeds in water for 48 hr before germination trials increased germination rate (Webb and Dumbroff 1969; Webb 1974; Genc 2007). According to analysis of variance (Table 2), it was found out that GA<sub>3</sub> treatment had a significant effect on germination in growth chamber (+ 5 °C) but there wasn't any difference between GA<sub>3</sub> doses (Table 3). Smilarly, Pawlowski (2009) reported that breaking of dormancy was stimulated by Gibberellic acid in *Acer platanoides* seeds. GA<sub>3</sub> treatments of *Acer hyrcanum* seeds shortened the cold stratification period and increased germination but did not eliminate the requirement of cold stratification of the seeds (Naseri et al. 2018). In this study, it was found out that GA<sub>3</sub> treatment didn't have a significant effect on germination in greenhouse conditions. As a result of sowing in the greenhouse, it was observed that GA<sub>3</sub> treatment was less effective than cold moist stratification treatment for 8 weeks on the germination of the seeds. These results indicate very clearly that GA<sub>3</sub> treatment of *Acer cappadocicum* seeds especially stratified before sowing in greenhouse doesn't have a positive effect on germination. Therefore, GA<sub>3</sub> application shoule not preffered in the greenhouse sowing of *Acer cappadocicum* seeds. Smilarly, Stejskalova et al. (2015) found out that in *Acer pseudoplatanus* gibberellic acid did not increase the germination percentage compared to stratified seeds. Furthermore, Webb and Wareing (1972) reported that GA<sub>3</sub> treatments had no effect for breaking dormancy in *Acer pseudoplatanus* seeds. Although growth chamber and green house results both indicated that seed collection time did not seem to play a role as statistically on seed germination, Duncan's test showed that the third seed collection time was in a different group (Table 5). The reason for this is the sensitivity of the the test. The highest germination (95 %) in the greenhouse was detected in the seeds collected at collection time 3. Also, there was a positive correlation between seed collection time and germination ( $r=0.442$ ). As a result, the third collection time (in october) should be preffered as seed collection time in *Acer cappadocicum* seeds, considering that it may vary according to the climatic conditions of the year.

## ACKNOWLEDGEMENTS ZAHVALA

The authors thank Asst. professor Aydin KAHRİMAN for valuable comments regarding statistical analysis on the

manuscript. We would also like to thank Karadeniz Technical University Scientific Research Projects Department (Project No:2005.113.001.1.) for financial supporting. This study was a part of Hanife ERDOĞAN GENÇ Ph.D thesis.

## REFERENCES LITERATURA

- Anşin, R. ve Ozkan, Z.C., 1997: Tohumlu Bitkiler (Spermato phyta), Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Ün. Basımevi, p: 479-480, No:167/19, Trabzon.
- Beyhan, N., Marangoz, D. ve Demir, T., 1999: The Effect of GA<sub>3</sub> and Stratification on Hazelnut Seed Germination and Seedlings Grown with and without Plastic Tube, Ondokuzmayis Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 14, 3, p:54-64, Samsun, Turkey.
- Bonner, F.T. ve Karrfalt, R.P., 2008: The Woody Plant Seed Manual, Forest Service, US. Department of Agriculture, 1223 p., Washington, DC.
- Bourgoin, A. ve Simpson, J.D., 2004: Soaking, Moist-chilling and Temperature Effects on Germination of *Acer pensylvanicum* Seeds, Canadian Journal Forest Research, 34,10, 21812185.
- Bradbeer, J.W., 1988: Seed Dormancy and Germination, Botany King's College London, Blackie Press, Newyork, USA, p:151.
- Chauhan, K.C. ve Arun, K., 1998: Significance of Diameter Classes and Picking Dates on Seed Physical and Germination Traits in *Acer oblongum* Wall., Van Vigyan, 36, 1, 1-7, Nauni, India.
- Chen, Shepley S.C., and Chang, Judy, LL., 1972: Does Gibberellic Acid Stimulate Seed Germination via Amylase Synthesis?, Plant Physiol., Vol.49, 441-442p.,
- Davis, P.H., 1966: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.II., Edinburg University Press, 578p., Edinburgh.
- Derkx, M.P.M., 2000: Pretreatment at Controlled Seed Moisture Content as an Effective Means to Break Dormancy in Tree Seeds, In: Viemont, J.D.( Editor), Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular control, CABI Publishing, USA, p:65-69.
- Drăghici, C., Abrudan, I.V., 2010: Dormancy Breaking of *Acer* and *Fraxinus* Seeds-a Brief Review, Bulletin of Transilvania University of Brașov, Vol.3,(52), Series II: Forestry, Wood Endustry, Agricultural Food Engineering, Brașov.
- Evans, E. ve Blazich, F.A., 1999: Overcoming Seed Dormancy: Trees and Shrubs, Department of Horticulture Science, Horticulture Information Leaflets, NC State University, US.
- Farhadi, M., Tigabu, M., Arian, A.G., Sharifani, M., Daneshvar, A., Oden, O.C., 2013: Pre-sowing treatment for Breaking Dormancy in *Acer velutinum* Boiss. Seed lots, Journal of Forestry Research, 24(2):273-278, Northeast Forestry University, Harbin, China.
- Farmer, R.E. ve Cunningham, M., 1981: Seed Dormancy of Red Maple in East Tennessee, Society of American Foresters, For.Sci., 27, 3, 446-448.
- Genç, M., 2007: Ormancılık Bilgisi Ders Notları, 3.1.Klasör, SDÜ Orman Fakültesi, Isparta.
- Gultekin, H., C., 2007: Akçaağac (L.) Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri, Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı, Ankara.
- Guney, D., Atar, F., Atar, E., Turna, I., Kulac, S. 2015: The Effect of Pre-Treatment and Seed Collection Time on the Germination Characteristics of Common Hornbeam (*Carpinus betulus*) Seeds in the Eastern Bleack Sea Region, Turkey., Seed Sci. & Technol., 43, 1-9.
- ISTA, 1996: International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Seed Science and Technology, Forest Service, US.
- Jensen, M., 2001: Temperature Relations of Germination in *Acer platanoides* L. Seeds, Danish Institute of Agricultural Sciences, Scand.J.For.Res., 16, 404-414, Aarslev, Denmark.
- Macdonald, B., 1999: Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers, Volume I, Timber Press, Portland, Oregon, 97204, USA.
- Naseri, B., Tabari, M., Phartyal, S.S., Abedi, M., 2018: Deep Physiological Dormancy in Seeds of Balkan maple (*Acer hyrcanum*): a rare tree in the Hyrcanian Mountain Forests, Seed Science and Technology, 46, 3, 473-482.
- Ozdamar, K., 1999: Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAB, Dödüncü Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Pawłowski, T.A., 2009: Proteome Analysis of Norway maple (*Acer platanoides* L.) Seeds Dormancy Breaking and Germination: Influence of Abscisic and Gibberellic Acid Seeds, Seed Science Research, 9, 48, Kornik, Poland.
- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Koedam, N. ve Sandrine G., 2002: Ex situ Conservation of Rare and Valuble Forest Tree Species Through Seed-Gene Bank, Current science, 83, 11.
- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S. and Joshi G., 2003: Seed Dormancy in Himalayan maple (*Acer caesium*): Effect of Stratification and Phyto-Hormones, Seed Science and Technology, 31, 1, 1-11.
- Pinfield, N.J., Stutchbury P.A. ve Bazaid, SA., 1987: Seed Dormancy in *Acer*: Is there a common mechanism for all *Acer* species and What Part is Played in it by Abscisic Acid, Physiologia Plantarum, 71, 365-371.
- Pinfield, N.J. ve Stutchbury, P.A., 1990. Seed Dormancy in *Acer*: The Role of Testa-imposed and Embryo Dormancy in *Acer velutinum*, Annals of Botany, 66, 2, 133-137.
- Piotti, B. ve Noi, A.D., 2001: Seed Propagation of Mediterranean Trees and Shrubs, ADAPT- Agency for The Protection of The Environment and for Technical Services, ISBN 88-448, Roma, Italy.
- Saatcioglu, F., 1971: Orman Ağacı Tohumları, Tohumun Tedariki, Saklanması, Çimlenme Fizyolojisi, Kalite Kontrolü ile Önemli Ağaç ve Ağaççık Türlerinin Tohum Bakımından Özellikleri, İ.Ü.Yayın No: 1649, O.F.Yayın No: 173, Sayfa 109, İstanbul.
- Savage, W.E., Bergervoet, J.H.V., Bino, R.J., Clay, H.A. ve Groot, S.P.C., 1998: Nuclear Replication Activity During Seed Development, Dormancy Breakage and Germination in Three Species: Norway Maple (*Acer platanoides* L.), Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and Cherry (*Prunus avium* L.), Horticulture Research International, Annals of Botany, 81, 519-526, The Netherlands.
- Stejskalova, J., Kupka, S., Miltner, S., 2015: Effect of gibberellic acid on germination capacity and emergence rate of Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) seeds, Journal of Forest Science, 61, 205 (8):325-331, Prague, Czech Republic
- Tremblay, M.F., Mauffette, Y. ve Bergeron, Y., 1996: Germination Responses of Northern Red Maple (*Acer rubrum*) Popula-

- tions, Society of American Foresters, Forest Science, 42, 2, 154-159.
- Tylkowski, T., 1995: Adaptation of Dormant Seeds to Sowing by Cyclically Repeated Soaking in Water, III. Sycamore maple, *Acer pseudoplatanus L.*, Sylwan, 13, 7, 15-23, Kornik, Poland.
  - Ucler, A.O., ve Turna, I., 2005: Tohum ve Fidanlık Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:78, Trabzon.
  - Ulker, O., Hiziroglu, S. 2018: Thermo mechanical Processing of Cappadocian Maple (*Acer c.*), Pro Ligno (www.proligno.ro) , Online ISSN:2069-7430, ISSN-L : 1841-4737, Vol:14, pp.: 13-20.
  - Urgenc, S., 1998: Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:3994, Orman Fak. Yayın No:441, İstanbul.
  - Webb, D.P. ve Dumbroff, E.B., 1969: Factors Affecting the Stratification Process in Seeds of *Acer saccharum*, Canada Journal of Botany, 47, 1555-1563.
  - Webb, D.P. ve Wareing, P.F., 1972: Seed Dormancy in Acer: Endogenous Germination Inhibitors and Dormancy in *Acer pseudoplatanus L.*, Planta, 104, 2, 115-125.
  - Webb, D.P., 1974: Germination Control of Stratified Sugar maple seeds, For.Chron, 50, 112-13.
  - Yahyaoglu, Z., Olmez Z., 2004: Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman fakültesi, KAÜ Yayın No:1, Artvin Yayın No:1 Artvin.
  - Yahyaoglu, Z., Olmez, Z., Eminagaoglu, O., Temel, F., Gokturk, A., 2006: Artvin-Çoruh Havzasında Doğal Olarak Yetişen Bazı Çalı ve Ağaççık Türlerinin Fidan Üretim Tekniğinin Araştırılması, TÜBİTAK, Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Proje No: Tovag-3234, Artvin.
  - Yaltırık, F., 1971: Yerli Akçaağac (*Acer L.*) Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar (The Taxonomical Study on the Macro and Micro-Morphological Characteristics of Indigenous Maples (*Acer L.*) in Turkey), İ.Ü. Publication No:1661/179, İstanbul.
  - Yang J. ve Lin, T., 1999: Seed Storage Behavior of Five Species of *Acer*, Taiwan Forestry Research Institute, Taiwan.
  - Yilmaz, M., 2007: Depth of Dormancy and Desiccation Tolerance in *Acer trutvetteri* Medv. Seeds, Turk. J. Agric. For., 31, 201-205, TÜBİTAK, Turkey.
  - Zasada, J.C. ve Strong, T.F., 2008: Acer L., Woody Plant Seed Manual (online) <http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Acer.pdf>.

## SAŽETAK

*Acer cappadocicum var. cappadocicum* široko je rasprostranjen na Kavkazu, u Zapadnoj Aziji i na Himalaji. Javlja se u sjeveroistočnoj Anatoliji u Turskoj na visinama od 400 m do 1600 m, a uobičajen je i u regijama Ordu, Giresun, Trabzon, Rize i Artvin u Turskoj. Iako se *Acer cappadocicum* prirodno širi u šumama istočnog Crnog mora, on se ne može proizvesti u dovoljnim količinama u privatnim i šumskim rasadnicima. U istraživanju pošumljavanja jedno od glavnih načela odnosi se na korištenje prirodno rastućih vrsta. U ovom radu istraženo je otklanjanje dormantnosti sjemena *Acer cappadocicum*, jedne od važnih vrsta *Acer* u području istočnog Crnog mora. Ovaj rad bavi se istraživanjem utjecaja. U ovom radu istražen je utjecaj predtretmana na kljavost sjemena i otklanjanja dormantnosti sjemena *Acer cappadocicum*. Sjeme je prikupljeno 2008. godine u tri navrata u intervalima od približno 15 dana. Kako bi se otklonila dormantnost, primijenjeno je nekoliko tretmana kljanja. Tretmani su uključivali (1) različito vrijeme prikupljanja sjemena, (2) potapanje u vodi, (3) hladno-vlažnu stratifikaciju i (4) primjenu GA<sub>3</sub> (giberelinska kiselina). Tretirano sjeme podvrgnuto je kljanju u komori rasta na temperaturi od 5 °C i u stakleničkim uvjetima. Ovim istraživanjem je utvrđeno da sjeme *Acer cappadocicum* pokazuje fiziološku dormantnost i da je za otklanjanje dormantnosti sjemena potrebno razdoblje stratifikacije. U preliminarnim pokusima sjeme *Acer cappadocicum* podvrgnuto je hladno-vlažnoj stratifikaciji tijekom osam tjedana. Kad je period stratifikacije produžen, većina sjemena prokljala je tijekom perioda stratifikacije. Najviši postotak kljavosti u komori rasta izloženom postupku s GA<sub>3</sub> nakon osam tjedana stratifikacije iznosio je 62. Najviši procenat kljavosti u stakleniku postignut je postupkom hladne stratifikacije nakon osam tjedana (95 %). Utvrđeno je da tretman s GA<sub>3</sub> nije imao značajniji utjecaj na kljavost u stakleničkim uvjetima. Prema tomu, za sijanje sjemena *Acer cappadocicum* u stakleničkim uvjetima ne preporučuje se primjena GA<sub>3</sub>. Tretman s GA<sub>3</sub> i potapanje nestratificiranog sjemena u vodi 48 sati nije imao pozitivne učinke na vrijednosti kljavosti u stakleničkim uvjetima. Iako rezultati dobiveni u komori rasta i stakleniku pokazuju da vrijeme prikupljanja sjemena nije statistički utjecalo na kljavost sjemena, Dunkanov test ukazuje na to da se kljavost sjemena sakupljenog u trećem navratu signifikantno razlikuje u odnosu na kljavost sjemena sakupljenog u prva dva navrata. Rezultati pokazuju da je najbolje vrijeme za prikupljanje sjemena *Acer cappadocicum* ono iz trećeg navrata (u listopadu), ali ono može i varirati ovisno o klimatskim uvjetima tijekom godine.

**KLJUČNE RIJEČI:** *Acer cappadocicum*; sjeme; dormantnost; stratifikacija; giberelinska kiselina

# KOMASACIJA U FUNKCIJI POLJOZAŠTITNIH ŠUMSKIH POJASEVA U REPUBLICI SRBIJI – KRITIČKI OSVRT

## LAND CONSOLIDATION IN THE FUNCTION OF SHELTERBELTS FOR AGRICULTURAL LAND IN THE REPUBLIC OF SERBIA – CRTICAL REVIEW

Goran MARINKOVIĆ<sup>1</sup>, Ilija GRGIĆ<sup>2</sup>, Jelena LAZIĆ<sup>3</sup>, Milan TRIFKOVIĆ<sup>4</sup>

### SAŽETAK

U ovome radu prikazani su rezultati analize realizacije poljozaštitnih šumskih pojaseva u postupku komasacije. Istraživanjem su obuhvaćena tri karakteristična projekta komasacije u Autonomnoj pokrajini Vojvodini, kroz čije provođenje je trebalo realizirati i projekte poljozaštitnih šumskih pojaseva. S obzirom da se izabrani projekti nalaze u različitim dijelovima područja istraživanja, zaključci izvedeni u ovome radu mogu se smatrati reprezentativnim za teritorij Vojvodine. Studija je pokazala da nije iskorištena prilika za povećanjem šumovitosti Vojvodine, odnosno da projekti poljozaštitnih šumskih pojaseva nisu uopće razmatrani u postupku komasacije ili ako su i uzimani u obzir, zemljiste odvojeno za njih nikad nije privедено namjeni.

**KLJUČNE RIJEČI:** eolska erozija, poljozaštitni šumski pojasevi, komasacija

### UVOD INTRODUCTION

Šume i šumsko zemljište mogu se smatrati neophodnim uvjetom za opstanak ljudskog društva u cijelini. Osim toga šume imaju i velik ekonomski i ekološki značaj (Drekić i sur., 2016). Šume imaju važnu ulogu u prevenciji nastajanja bujica i erozije zemljišta, najbolji su i najjeftiniji filter pitke vode, veliki proizvođači kisika i filter zagađene atmosfere, smanjuju buku itd. Postoji velik broj članaka u kojima se na različite načine ističe važnost šuma. Domac i suradnici (2015) u svome radu analiziraju da li postojanje šuma i proizvodnja biomase može pokrenuti energijsku tranziciju u Hrvatskoj i zemljama Jugoistočne Europe. U članku (Martinić, 2004) se šumarska struka i javnost upoznaju s

važnošću i ulogom šuma i ekološke mreže kao najznačajnijeg globalnog instrumenta u zaštiti i očuvanju ugroženih vrsta i staništa. Domec (2000) navodi brojne pozitivne socijalno-ekonomske učinke postojanja šuma i proizvodnje energije iz biomase, kao njenog direktnog proizvoda. Krpina i suradnici (2014) u svom članku pozornost usmjeravaju na turističko-rekreativnu funkciju šuma kao sastavni dio opće korisnih funkcija šuma, koje svojim položajem, izgledom ili nekim drugim funkcijama povećavaju turistički promet. Šume imaju signifikantnu ulogu u smanjenju štetnih posljedica eolske erozije kako u poljoprivredi, tako i u vodo-privredi, ali i mnogim sferama ljudskih aktivnosti. Eolska erozija nastaje kao rezultat međusobnih odnosa klime, geološko-pedološke podloge, reljefa i načina iskorištavanja

<sup>1</sup> Doc. dr. Goran Marinković, dipl. ing. geod., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, e-mail: goranmarinkovic@uns.ac.rs

<sup>2</sup> Dr. sc. Ilija Grgić, Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska, e-mail: iliya.grgic@dgu.hr

<sup>3</sup> Jelena Lazić, mast. ing. geod., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, e-mail: lazicjelena@uns.ac.rs

<sup>4</sup> Prof. dr. Milan Trifković, dipl. ing. geod., Građevinski fakultet Subotica, e-mail: milantri@eunet.rs

zemljišta. S obzirom na to, može se zaključiti da je u velikoj mjeri prisutna, a posebice u ravničarskim predjelima gdje je osnovna privredna grana poljoprivreda. Ako se tome doda da je, posebno na teritoriju Vojvodine, zemljište uslijed intenzivnog korištenja erodibilnije, a klima izuzetno suha, može se reći da su svi uvjeti za maksimalno djelovanje eolske erozije ispunjeni (Lukić, 2005).

Uz sve značajne pozitivne utjecaje šuma na poljoprivredu, ni Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije (2006), niti Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014.–2024. godine (2014) ne prepoznaju značenje i ulogu poljozaštitnih šumskih pojaseva i njihov ogroman doprinos poljoprivredi. Poljozaštitni šumske pojasevi se u Strategiji razvoja šumarstva ne spominju uopće, dok se u Strategiji poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014.–2024. godine, spominju samo jednom. Bez obzira na činjenicu da stručni i znanstveni radovi iz domaće i svjetske literature već dugi niz godina ovu temu ističu kao izuzetno značajnu, ona nije na odgovarajući način artikulisana i operacionalizirana kroz fundamentalne dokumente Republike Srbije, koji trebaju biti osnova za svakodnevnu praksu. Zanemarivanje ove značajne teme u fundamentalnim strateškim dokumentima, može biti jedan od uzroka izostanka adekvatnog uspostavljanja poljozaštitnih šumskih pojaseva u komasacijskim projektima. Zakon o šumama Republike Srbije (2015) također ne prepoznaje pojam poljozaštitnih šumskih pojaseva, kao ni Zakon o poljoprivredi i ruralnom razvoju (2016) i Zakon o poljoprivrednom zemljištu (2017).

Istraživanje provedeno u ovome radu koje se odnosi na neposvećivanje dovoljne pozornosti formiranju poljozaštitnih šumskih pojaseva, nije utvrdilo egzaktne razloge za ovaku situaciju. Pojedina saznanja autora, zasnovana na osobnom iskustvu i učešću u stručnim diskusijama, ukazuju da razlozi mogu biti različiti i teško sagledivi. Zapostavljanje teme poljozaštitnih šumskih pojaseva u strateškim dokumentima i njen tretman koji nije odgovarajući njenom značenju, potencijalna je posljedica izostanka uključenja multidisciplinarnih znanja u timovima koji izrađuju strateške dokumente. Naime, za autore navedenih dokumenata, suštinski i strateški problemi šumarstva nisu poljoprivredna pitanja i obrnuto, strateški problemi iz područja poljoprivrede nisu pitanja iz područja šumarstva. Međutim, imajući u vidu citiranu stručnu literaturu, simbioza znanja iz područja šumarstva i poljoprivrede, primjenjenih na uspostavu poljozaštitnih šumskih pojaseva, značajno doprinosi razvoju i poljoprivrede i šumarstva. Maksimiziranje doprinosa poljozaštitnih šumskih pojaseva poljoprivrednim kulturama (bilo da se radi o poljoprivrednim prinosima ili visini bazičnih ulaganja u poljoprivredu) zahtijeva multidisciplinarni pristup, pri čemu i poljoprivredni i šumarski stručnjaci imaju isti cilj – povećanje performansi poljoprivredne proizvodnje. Povećanje per-

formansi poljoprivredne proizvodnje, prema mišljenju autora, ima cilj koji mora ispuniti bar neke od sljedećih uvjeta: da maksimizira poljoprivrednu proizvodnju, da smanji ukupna ulaganja, da održi i unaprijedi razinu kvalitete zemljišta i osigura optimalne mikroklimatske uvjete za razvoj poljoprivrednih kultura.

Drugi potencijalni razlog za izostanak intenzivnijeg bavljenja ovim pitanjem može biti neadekvatna metodologija definiranja prioriteta na državnoj razini. Gubici koji uslijed izostavljanja poljozaštitnih šumskih pojaseva nastaju u poljoprivredi, očigledno se ne smatraju značajnim, na što ukazuje činjenica da u stručnoj literaturi u Srbiji nisu pronađeni radovi koji se detaljno bave ovakvim analizama, kao što je to slučaj u nekim europskim zemljama (npr. Velika Britanija, Njemačka, Mađarska, Švicarska i Rusija, (Caborn, 1957)).

Treći potencijalni razlog zanemarivanja šire znanstvene diskusije o poljozaštitnim šumskim pojasevima, ogleda se u težnji da se maksimizira značaj drugih pitanja kao što su primjena agrotehnike s ciljem povećanja produktivnosti i ekonomskih efekata poljoprivredne proizvodnje, pri čemu se ulaganja minimiziraju. Uspostava poljozaštitnih šumskih pojaseva zahtijeva angažman eksperata šumarske i poljoprivredne struke, i iziskuje dodatne troškove za koje investitori nisu zainteresirani. Neprepoznavanje značenja poljozaštitnih šumskih pojaseva i njihova nedovoljna implementacija, nije međutim karakteristična samo za Srbiju. Sveobuhvatno istraživanje o poljozaštitnim šumskim pojasevima u Kanadi (Rempel i sur., 2016) rezultiralo je zaključkom da, u okviru svojih upravljačkih odluka, većina proizvođača ne prepoznaje koristi od poljozaštitnih šumskih pojaseva, zato što oni nemaju kompenzaciju za dobitke koji na taj način osiguravaju za društvo u cjelini. Treba naglasiti da je navedeno istraživanje provedeno metodom anketiranja, na osnovi kojeg je izведен zaključak iz perspektive proizvođača, što znači da u analizi ekonomske kategorije nisu uzete u obzir. Ekomska analiza (Bramble i sur., 1992) pokazuje da neto sadašnja vrijednost ulaganja u poljozaštitne šumske pojaseve ostaje pozitivna čak i pri diskontnoj stopi od 11%. „Kost-benefit“ analiza je, (Jones i Sudmeyer, 2002) kada se gleda scenarij sa i bez poljozaštitnih šumskih pojaseva, pokazala povećanje profitabilnosti u slučaju kada oni štite usjeve od oštećenja izazvanog vjetrom. Analiziranjem samo tri navedena rada, očigledan je zaključak da ekonomske koristi od poljozaštitnih šumskih pojaseva u poljoprivredi, koje sigurno postoje, mogu biti poništene subjektivnim stavom poljoprivrednika da oni time doprinose više društvu nego svojim ciljevima (zaštiti usjeva i povećanju profita). Imajući u vidu da se navedeni primjeri odnose na visoko razvijene zemlje koje raspolažu značajnim sredstvima za ulaganja u poljoprivredu i zaštitu životne sredine, može se naći izvjesno opravdanje za stanje u ovom području u manje razvijenim zemljama. Međutim, autori ovoga rada smatraju

da unapređenje poljoprivredne proizvodnje i njene profitabilnosti trebaju biti prilika za manje razvijene države da pravilnim ulaganjem u poljoprivrednu i praktičnom primjenom multidisciplinarnog znanja iz područja poljoprivrede, šumarstva i zaštite životne sredine, postignu sinergijski efekt i smanje zaostatak u ekonomskom razvoju. Sinergijski efekt u navedenom smislu podrazumijeva da se pravilnim kombiniranjem znanja iz područja poljoprivrede, šumarstva i zaštite životne sredine, postignu veće koristi za jedno društvo nego što bi se to postiglo primjenom pojedinačnih znanja.

Sinergijski efekt ekspertnih znanja rezultira održivim razvojem, koji prema Ujedinjenim Narodima predstavlja pravo sadašnje generacije na razvoj bez ugrožavanja tog prava budućim generacijama. Prema (Pearce i sur., 1990), s ekonomskog gledišta održivi razvoj se definira na sljedeći način: „Razvoj strategije za upravljanje imovinom, prirodnim i ljudskim resursima, kao i finansijskom i fizičkom imovinom za dugoročno uvećanje bogatstva zajednice. Održivi razvoj kao cilj odbacuje politike i prakse koje podržavaju održavanje tekućeg standarda života, zasnovane na iscrpljivanju produktivne baze, uključujući prirodne resurse i ostavljajući budućim generacijama siromašniju perspektivu i veće rizike od sadašnjih“. Ukoliko se navedena ekomska definicija prihvati kao polazna osnova i primjeni na poljoprivredno zemljište kao resurs, onda neposredno slijedi da su neprihvatljive sve strategije koje za posljedicu imaju iscrpljivanje produktivne baze i ostavljaju budućim generacijama siromašniju perspektivu. Sa stajališta ove polazne pretpostavke neposredno slijedi da se svaka strategija i svaki konkretni projekt koji utječe na određene prirodne resurse mora ocijeniti s aspekta procijenjenih utjecaja na produktivnu bazu, odnosno na njeno stanje u kome će se ona naći nakon primjene strategije. Aspstraktno promatrano, može se s visokom razinom sigurnosti zaključiti da će zemljište kao resurs biti u većoj mjeri devastirano ako se ne izvrši njegova odgovarajuća zaštita, odnosno da će zemljište bez poljosaštitnih šumskih pojaseva, biti izloženo većem iscrpljivanju nego uz njih. Načelo održivog razvoja sugerira da se moraju uzeti u obzir svi čimbenici utjecaja na promatrani prirodni resurs i da se korištenje tog resursa mora razmatrati iz različitih perspektiva. U ovom radu krenulo se od pretpostavke da samo uz adekvatnu kombinaciju ekspertske znanja iz područja šumarstva, poljoprivrede i zaštite životne sredine, postoji mogućnost ostvarivanja ciljeva održivog razvoja u području poljoprivrede.

Komasacijom i arondacijom poljoprivrednih parcela, male površine pod sustavima za navodnjavanje, izmijenjena struktura sjetve, kao i višegodišnje ekstremno sušni periodi, samo su neki od čimbenika koji ukazuju da je potencijalna ugroženost Vojvodine eolskom erozijom zaista velika, a da uz eventualnu realizaciju prognoziranih klimatskih promjena može još više doći do izražaja (Letić i Savić, 2006).

Istraživanja u Europi pokazuju da eolska erozija ugrožava oko 42.000.000 hektara poljoprivrednog zemljišta (Letić i Savić, 2006).

Najbolja zaštita poljoprivrednog zemljišta od eolske erozije je podizanje poljosaštitnih šumskih pojaseva, koji bi s obzirom na nisku šumovitost Vojvodine, osim značajne uloge u poboljšanju poljoprivredne proizvodnje, imali i veliko značenje i za održivost društvene zajednice uopće.

Poljosaštni šumski pojasevi postavljaju se planski, u vidu mreže koja pokriva dio teritorija, s općim ciljem djelovanja na vjetar u tolikoj mjeri da modifciraju njegovo djelovanje prema posebnim zahtjevima. Na parcelama koje se koriste za poljoprivrednu proizvodnju, njihovo djelovanje je usmjereni na stabilnost prinosa kultura u međuprostoru. To su, dakle, linijski objekti koji se sastoje od jednog ili više redova drveća i grmlja i predstavljaju barijeru vjetru. Postavljaju se uspravno ili što uspravnije na smjer dominantnog vjetra i to najčešće u dva smjera (tako nastaju glavni i sporedni pojasevi), jer samo u tom slučaju pokazuju optimalno djelovanje na redukciju brzine vjetra (Lukić, 2005).

Šumski poljosaštni pojasevi kao biološki oblik borbe protiv eolske erozije i neproduktivnog isparavanja, već drugi niz godina postoje u raznim dijelovima svijeta (Dožić, 2006).

Kada se govori o poljosaštnim šumskim pojasevima, posebno je važno odabrati vrstu drveća koje brzo raste i koje će u najkraćem roku imati funkciju zbog koje se i sadi. Važnost postojanja pojedinih vrsta drveta u posavskim nizinskim šumama zbog brzine rasta i kratke ophodnje, naglašena je u radu (Drvodelić i Oršanić, 2016), što bi svakako trebalo iskoristiti i kod podizanja poljosaštitnih šumskih pojaseva.

Kod projektiranja poljosaštitnih šumskih pojaseva, velik problem (ponekad čak i nepremostivu prepreku) predstavlja osiguranje zemljišta za realizaciju projekata. Najjednostavnije rješenje je realizacija ovakvih projekata kroz postupke komasacije. Naime, u postupku komasacije se obavezno izrađuje projekt putne i kanalske mreže (veoma često samo putne mreže, a naziva se projekt putne i kanalske mreže), gdje se zemljište za njihovu izgradnju osigurava iz fonda zemljišta za zajedničke potrebe, koje se proporcionalno uzima od svakog sudionika komasacije. S obzirom da se ovaj projekt izrađuje s ciljem formiranja pravilnih zemljišnih površina i okrupnjavanja parcela, jasno je da bi se i projekti poljosaštitnih šumskih pojaseva morali izraditi paralelno s njima. Razmotri li se praksa realizacije komasacijskih projekata u Republici Srbiji (893 realizirana projekta komasacije), dolazi se do zaključka da do 2011. godine, niti u jednom komasacijskom projektu nisu razmatrani poljosaštni šumski pojasevi. Ova činjenica ukazuje na to da je propuštena prilika za optimalnim uređenjem terena i poljoprivrednog zemljišta, uz jednostavno osiguranje zemljišnih površina za zajedničke namjene.

Zbog negativnih utjecaja eolske erozije, poljozaštitni šumski pojasevi su mjestimično podizani, ali ne kroz postupak komasacije. U takvim slučajevima, njihovo podizanje jedino je bilo moguće na državnom ili društvenom zemljištu (ne tamo gdje je potrebno, nego tamo gdje je moguće). To je dovelo do toga da njihova osnovna funkcija zaštite poljoprivrednog zemljišta od eolske erozije bude samo djelomično ispunjena, odnosno štitili su samo zemljište gdje su bili postavljeni, a ne svo ono zemljište kojemu je zaštita bila realno potrebna.

Upravo iz tog razloga predmet istraživanja ovoga rada predstavljaju projekti poljozaštitnih šumskih pojaseva i njihova veza s komasacijom, s ciljem da se utvrdi u kojoj mjeri su realizirani na terenu, u situaciji kada su realizirani komasacijski projekti, odnosno da li postoji odstupanje između definiranih i realiziranih projekata poljozaštitnih šumskih pojaseva.

Istraživanje je provedeno na teritoriju Vojvodine, pri čemu je prikazano stanje u karakterističnim općinama Bečeј, Sombor i Vršac. Kao rezultat istraživanja, prikazano je neslaganje između realiziranog stanja na terenu i definiranih i projektom predviđenih poljozaštitnih pojaseva.

## MATERIJALI I METODE

### MATERIALS AND METHODS

Osnovni materijal za istraživanja u ovom radu predstavljaju projekti komasacije u Vojvodini. Vojvodina kao geografsko područje predstavlja značajan izvor za istraživanje iz područja očuvanja poljoprivrednog zemljišta kao najvrjednijeg resursa, zbog izraženosti dva ekstrema:

- Potreba za maksimiziranjem iskorištenosti kvalitetnog poljoprivrednog zemljišta; i
- Niska šumovitost koja ugrožava održivi razvoj poljoprivrede, kroz smanjenje performansi poljoprivredne proizvodnje na duži rok.

Autori ovog teksta su mišljenja da je proces komasacije, kojim se predviđa i podizanje poljozaštitnih šumskih pojaseva, najbolje sredstvo za optimizaciju dva konfliktna cilja: maksimiziranje iskorištenosti poljoprivrednog zemljišta i težnje da se njegove karakteristike za poljoprivrednu proizvodnju očuvaju u što dužem razdoblju.

Metode istraživanja suglasne su s postavljenim ciljevima i zasnivaju se na teorijskim istraživanjima aktualne stručne literature i svjetskih iskustava, kao i uspoređivanjem projekata komasacije, uz očuvanje načela da je neophodno predvidjeti uspostavljanje poljozaštitnih šumskih pojaseva. Ukoliko poljozaštitni šumski pojasevi nisu predviđeni projektom, zaključuje se njihova potpuna odsustnost, dok se u slučaju projektiranih poljozaštitnih šumskih pojaseva vrši uspoređivanje projektiranog i činjeničnog stanja na terenu. Ostali podaci od važnosti za analizu stanja dobiveni su na osnovi službenih statistika i iz znanstvene literature.

Područje istraživanja obuhvatilo je karakteristične dostupne projekte u Vojvodini, iz razloga što se projekti komasacije najviše i najčešće realiziraju na ravničarskim zemljištima, koja su s gledišta poljoprivrede najvrednija, uz istovremeno uvažavanje krovnih dokumenata koji se odnose na cijelokupni teritorij Republike Srbije.

## PROCJENA OPTIMALNE ŠUMOVITOSTI U VOJVODINI

### ESTIMATION OF OPTIMAL FOREST IN VOJVODINA

Optimalna površina pod šumom i zaštitnim nasadima procijenjena je na osnovi postavljenoga cilja osiguranja prosječne površine šuma i zaštitnog zelenila na razini od 0,16 ha po stanovniku, čime bi se približili standardima razvijenih zemalja u Europi. Prema tome, šume bi u Vojvodini trebale zauzimati površinu od 308.045 ha, tako da bi u tom slučaju šumovitost Vojvodine sa sadašnjih 6,37% bila povećana, odnosno podignuta na 14,32% (Vojvodinašume, 2018).

Struktura ovako podignute šumovitosti bila bi (Vojvodinašume, 2018):

- Površina šuma 193.621 ha;
- Površina zaštitnih nasada u poljoprivredi 84.196 ha;
- Zaštitni nasadi u vodoprivredi 4.147 ha;
- Zaštitni nasadi uz prometnice 4.426 ha;
- Zaštitno zelenilo u naseljima 21.055 ha.

Prethodno navedeni podaci ukazuju na esencijalnu ugroženost područja Vojvodine, jer sveukupna pošumljenost predstavlja tek oko 46% od predviđene optimalne šumovitosti.

Stanje je još katastrofalnije kada se zna da su danas šumski nasadi gotovo isključivo svedeni i ograničeni na uske lokalitete uzduž riječnih tokova, zatim na pribrježja i brdske predjele Fruške gore i Vršačkog briježa. Na tim prostorima se nalazi oko 90% površina šuma i zaštitnih nasada, a samo oko 10% površina disperzirano je po poljima Vojvodine. Ako se ovim malim površinama šuma, disperziranim po vojvođanskim poljima, doda oko 11.600 km zelenih drvoreda, onda stvarna obraslost vojvođanskih polja iznosi svega oko 1,5% od ukupne poljoprivredne površine. Ovo jasno govori da je šumovitost Vojvodine izrazito mala, zbog čega je područje u značajnoj mjeri izloženo eolskoj eroziji.

## IZGRADNJA POLJOZAŠTITNIH ŠUMSKIH POJASEVA U POSTUPKU KOMASACIJE

### SHELTERBELTS BUILDING DURING THE LAND CONSOLIDATION PROCESS

Prema (Marinković i sur., 2013) komasacija zemljišta je jedna od mjera u području agrara kojoj je svrha omogućiti

ekonomičniju i racionalniju proizvodnju i riješiti niz drugih problema vezanih za poljoprivrednu, uređenje naselja, infrastrukturne projekte i zaštitu životne sredine. Komamacija zemljišta predstavlja ne samo instrument prostornog uređenja, već proces koji zahvaća sve probleme vezane za suvremeno uređenje određenog područja, pa i šumarstvo.

Prilikom provođenja komamacije u Republici Srbiji šumama se ne posvećuje pozornost, samim tim ne postoji ni svijest o važnosti podizanja poljohaštitnih šumskih pojaseva. Na području bivše SFRJ jedino su zakonski propisi o komamaciji Slovenije i Hrvatske uključivali i šume u komamaciju.

Po najnovijem Zakonu o poljoprivrednom zemljištu Republike Srbije (2017), kojim je i regulirana komamacija u Srbiji, kaže se da su "... predmet komamacije sva zemljišta u komamacijskom području. Kada skupština općine ocijeni da postoje opravdani razlozi, pojedina zemljišta (voćnjaci, vinogradi, šume) mogu se izuzeti iz komamacijske mase".

Razmatranjem ove odredbe zakona, može se steći dojam da se šume i šumsko zemljište uključuju u komamaciju, ali naprotiv, vrlo često se koristi odredba zakona kojom se šume i višegodišnji nasadi isključuju iz postupka komamacije.

Nedostatna pošumljenost Vojvodine bi se donekle mogla riješiti kroz postupak komamacije. Naime, osiguranje površina za zajedničke potrebe, pa samim tim i za poljohaštitne šumske pojaseve, ostvaruje se kroz učešće svih sudionika komamacije u njima, što svakako olakšava postupak. Prema tome, komamacija zemljišta predstavlja koristan alat i za zahtjevne infrastrukturne projekte (Hendricks i Lise, 2014), najčešće kroz osiguranje zemljišta za zajedničke potrebe i prevenciju daljnog usitnjavanja posjeda. Projekti iz područja regulacije vodnog režima, izgradnje infrastrukture i šumarstva u Vojvodini, najlakše i najjednostavnije se mogu realizirati kroz provođenje procesa komamacije (Trifković i sur., 2016).

Kako je cilj ovog rada utvrđivanje postojanja odstupanja između definiranih projekata poljohaštitnih šumskih pojaseva i realiziranog stanja na terenu, u radu će za odabранe karakteristične pojaseve u općinama Bečeј, Sombor i Vršac, biti prikazano projektno rešenje, a zatim i zatečeno stanje na terenu.

### **Projekt poljohaštitnih šumskih pojaseva na području Općine Bečeј – The design of shelterbelts on the area of Bečeј municipality**

Nositelj ovog projekta je Šumarski fakultet iz Beograda, katedra za melioraciju.

Kako je navedeno u projektu, općina Bečeј, prema Prostornom planu tadašnje Socijalističke Autonomne Pokrajine Vojvodine (SAPV), spadala je u područja s najmanjom šumovitošću (prva zona), koja se kreće od 0,3-3,0 %, a pla-

nom do 2000. godine predviđeno je da će se postići šumovitost od 6 %, što naravno nije učinjeno.

Također, Zakonom o komamaciji i arondaciji SAPV predviđeno je da se projekti komamacije i podizanje šumskih zaštitnih pojaseva rade paralelno. Međutim, komamacija je u Općini Bečeј rađena sedamdesetih godina, a Projekt šumskih zaštitnih pojaseva za tu općinu je iz 1984. godine, što jasno ukazuje na odstupanje od ovog postulata.

Projektom je također ukazano na dvije moguće opcije kojima se pristupa ukoliko se žele izbjegći ili nadići problemi poput postavljanja pojaseva na manje povoljan način, zbog npr. skretanja granice pojasa i ukoliko bi to iziskivalo uzimanje tuđih zemljišnih površina, odnosno površina koje su privatne ili pripadaju drugom ataru. Te dvije opcije su (ŠFB, 1984):

- Postizanje dogovora (sporazuma) o postavljanju pojaseva na tim površinama (s osobama koje su vlasnici i korisnici); i
- Svjesno ići na eksproprijaciju.

Prilikom istraživanja, došlo se do podataka da su realizirani samo oni pojasevi koji se nalaze na zemljištu Poljoprivrednog kombinata PIK Bečeј, koje je u to vrijeme bilo društveno, odnosno da su se svjesno izbjegavali privatni posjedi i eksproprijacija.

Podaci o komamaciji koja je rađena sedamdesetih godina nisu pronađeni u Službi za katastar nekretnina u Bečeju, jer su prema riječima nadležnih tijela, podaci uništeni prilikom jedne nezgode u arhivi te ustanove.

U nastavku teksta slijedi analiza nekoliko karakterističnih projektiranih i realiziranih poljohaštitnih šumskih pojaseva u Općini Bečeј.

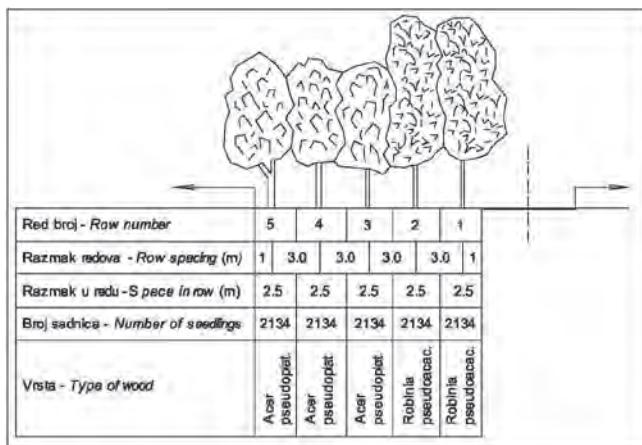
### **Poljohaštitni šumske pojasevi P5 i P6 – Protective forest belts P5 and P6**

Pojas P-5 nalazi se na dijelu bečejskog atara prema katastarskoj općini Radičević i ima karakteristike glavnog pojasa. Dužina samog pojasa iznosi 1.550 m, s 10.670 sadnica u pet redova (ŠFB, 1984).

Poljohaštitni šumske pojasevi P6 se također nalazi na dijelu bečejskog atara, čija ukupna dužina prema projektu iznosi 10.485 m, s 20.970 sadnica u pet redova (ŠFB, 1984).

Projektno rješenje pojaseva P5 i P6, dano je na slici 1.

Obilaskom terena, utvrđeno je da pojasi P-5 na projektiranoj lokaciji postoji samo na jednom dijelu i to na dužini od oko 2.000 metara. Visina stabala je oko 15 m, razmak između stabala oko 3 metra. Prema projektu, pojasi sadrži dva reda bagrema i tri reda javora. Međutim, na terenu je uočen pojasi koji čini jedan red i to sibirskog briješta (vrste koja je inače i najzastupljenija na ovom području). Stanje i pozicija pojasa P5 na terenu je prikazani na slici 2.

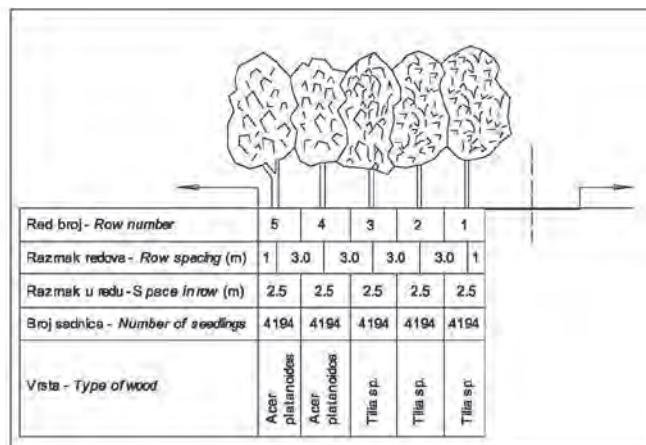


**Slika 1.** Prikaz presjeka pojasa P-5 (lijevo) i pojasa P-6 (desno)

Figure 1. Representation of shelterbelts P-5 (left) and P6 (right)

Za pojasek P-6 je utvrđeno da na projektiranoj lokaciji uopće i ne postoji (slika 3).

Detaljnijim pregledom svih lokacija gdje je projektom predviđeno podizanje poljozaštitnih šumskih pojaseva, može se



**Slika 2.** Prikaz terena gdje je projektom predviđen pojaz P-5

Figure 2. Representation of area where the shelterbelt P-5 was foreseen by project



**Slika 3.** Prikaz terena gdje je projektom predviđen pojaz P-6

Figure 3. Representation of area where the shelterbelt P-6 was foreseen by project

zaključiti da su oni podignuti na svega 10 % površine, pri čemu niti jedan nije podignut sukladno projektu.

#### Projekt poljozaštitnih šumskih pojaseva na području Općine Sombor – *The design of shelterbelts on the area of Sombor municipality*

Nositelj ovog projekta je takođe Šumarski fakultet iz Beograda, katedra za melioraciju.

Prilikom istraživanja došlo se do zaključka da projekt poljozaštitnih pojaseva (izrađen 1989. godine) nije ušao u projekt komasacije (realizirana devedesetih godina), iako su ova dva projekta trebala biti realizirana istovremeno. Međutim, mali broj pojaseva je podignut, ali na dijelovima tabli društvenog zemljišta, a ne na parcelama koje su u postupku komasacije u tu svrhu trebale biti izdvojene (što se može vidjeti i na ažurnim planovima).

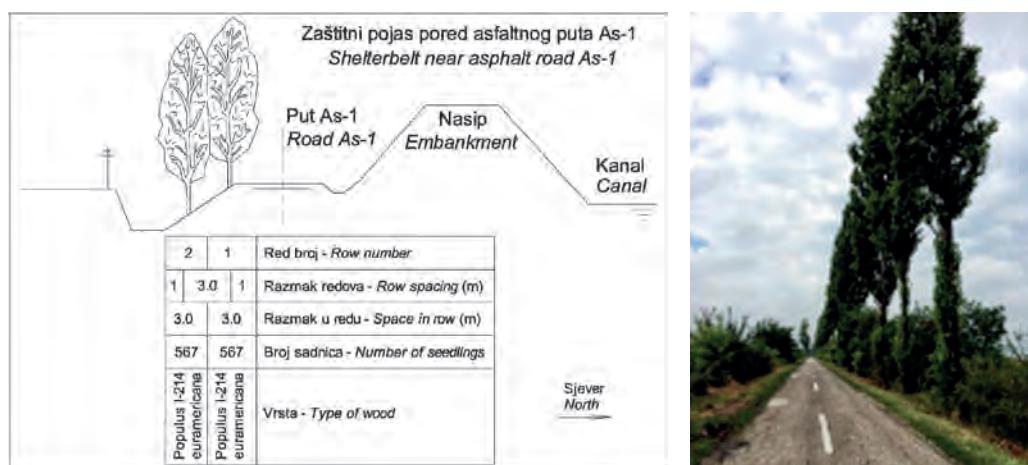
Slijedi pregled nekoliko karakterističnih šumskih pojaseva u Općini Sombor.

#### Poljozaštitni šumske pojasevi uz asfaltne ceste AS-1 i AS-6 – *Shelterbelts near asphalt roads AS-1 and AS-6*

Asfaltna cesta AS-1 vodi od ceste Sombor-Stapar do Čičova, iza prelaska preko Velikog kanala. Ukupna dužina ceste iznosi 1.700 m.

Zaštitni pojaz kraj asfaltne ceste AS-1 projektiran je s južne strane asfaltne ceste u dužini od 1.700 m i ima dva reda topole s 1.134 sadnice (ŠFB, 1989) (Slika 4 - lijevo).

Na predmetnoj lokaciji utvrđeno je da postoji nekadašnji drvoređ jablana, koji je sada prorijeden, kao i izdanci bagrema koji ukazuju da je nekada na tom dijelu bio posađen. Međutim, danas to uslijed neodržavanja ima izgled prilično neuglednog niskog raslinja. S južne strane puta, projektom je predviđeno dva reda topole, koji nisu posađeni (Slika 4 - desno).



**Slika 4.** Zaštitni pojas kraj asfaltne ceste AS-1 – projektno rješenje (lijevo), stanje na terenu (desno)

Figure 4. Shelterbelt near asphalt road AS-1 – project solution (left) and the state on the terrain (right)

Asfaltni put AS-6 dug je 1.780 metara i nalazi se na oko 4,2 km prije Bezdana, kada se ide iz smjera Sombora. Projektom je predviđeno da pojasi bude postavljen s južne strane puta i da ima dva reda virginijiske borovice (porodica čempresova), ažurne strukture s 1.188 sadnica (ŠFB, 1989) (slika 5 - lijevo).

Prilikom obilaska terena uočeno je da uz asfaltnu cestu AS-6, definitivno postoji pojasi s jedne strane puta i to cijelom dužinom do ekonomije „Bezdan“. Međutim, ne radi se o čempresima, tj. virginijskoj borovici kako je projektom predviđeno, već se radi o bagremu i topoli u prilično nejasnoj strukturi, jer se pojasi očigledno ne održava (slika 5 - desno).

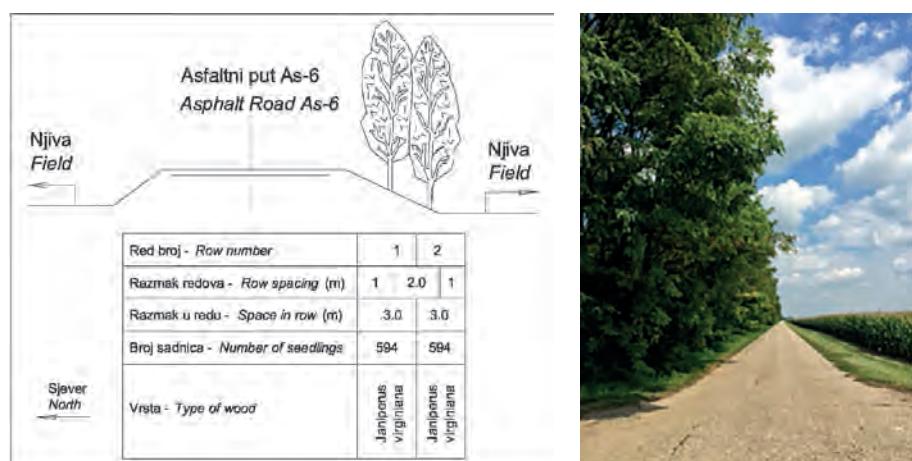
Detaljnim pregledom svih lokacija gdje je projektom predviđeno podizanje poljozaštitnih šumskih pojaseva, može se zaključiti da je situacija nešto malo bolja nego u Bečeju. Pojasevi su podignuti na oko 15 % površine, pri čemu kao i u Bečeju, niti jedan nije podignut prema projektu.

### Projekt poljozaštitnih šumskih pojaseva za područje Općine Vršac – *The design of shelterbelts on the area of Vršac municipality*

Glavni projekt poljozaštitnih šumskih pojaseva za područje Općine Vršac izrađen je 2003. godine i predstavlja jedan od rijetkih primjera u Republici Srbiji, gdje su šumski pojasevi uključeni u komasaciju. Projekt je izradio Šumarski fakultet iz Beograda.

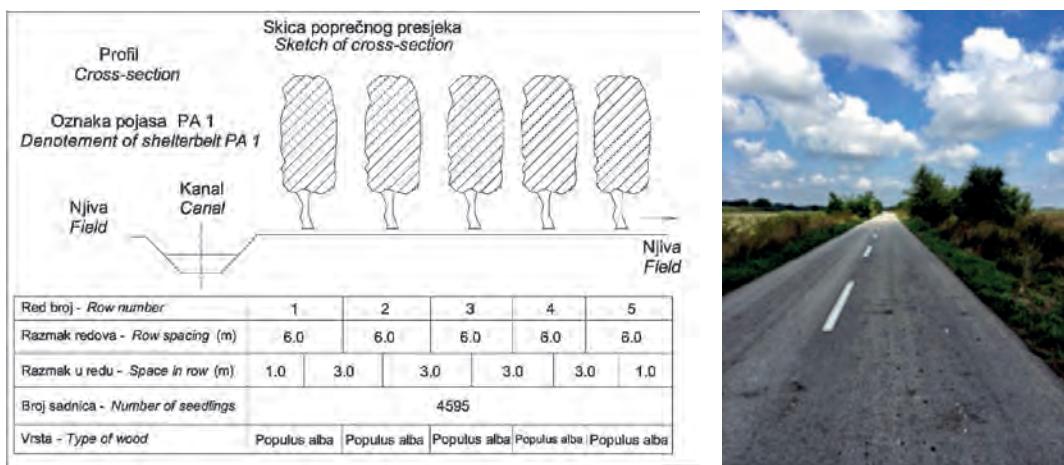
U projektu je navedeno da na području Općine Vršac nisu vršena posebna istraživanja intenziteta eolske erozije, ali da je na osnovi istraživanja koja su vršena na drugim lokacijama u Vojvodini, utvrđena potreba za zaštitom od štetnog utjecaja vjetra, na razini koja iziskuje žurna rješenja. Samim time, u svim katastarskim općinama, tip planiranog pojasa je određen kao glavni tip s pet redova sadnica, na pravilnoj udaljenosti od po 3 metra.

Poljozaštitni pojasevi su projektirani za cijeli teritorij općine Vršac, a prihvaćeno je da se udaljenosti između pojaseva



**Slika 5.** Zaštitni pojas kraj asfaltne ceste AS-6 – projektno rješenje (lijevo), stanje na terenu (desno)

Figure 5. Shelterbelt near asphalt road AS-6 – project solution (left) and the state on the terrain (right)



**Slika 6.** Poljozaštitni šumski pojaz PA-1 – projektno rješenje (lijevo), stanje na terenu (desno)

Figure 6. Shelterbelt near asphalt road PA-1 – project solution (left) and the state on the terrain (right)

određuju na osnovi maksimalnih visina koje mogu dostići predložene vrste drveća (breza, žestika, javor, bagrem, crveni hrast, lužnjak, crni orah, topola, poljski jasen, sibirski brijest, joha, koprivić, lipa, sofora, dud, crni bor), što je uvjetovalo projektiranje pojaseva na udaljenosti 800 do 900 metara.

U nastavku teksta dan je primjer jednog šumskog pojaza u Općini Vršac.

#### Poljozaštitni šumski pojaz PA 1 – *Shelterbelt PA 1*

Poljozaštitni šumski pojaz PA 1 je projektiran u katastarskoj općini Pavliš. Ukupna dužina pojaza iznosi 5.514 m.

Zaštitni pojaz kraj asfaltne ceste AS-1 je projektiran sa sjeverne strane i sastoji se od pet redova topole s 4.595 sadnica (ŠFB, 2003) (Slika 6 - lijevo).

Na predmetnoj lokaciji je utvrđeno da poljozaštitni pojaz ne postoji. Uočena su mjestimično pojedinačna stabla i sitno raslinje (Slika 6 - desno).

Nakon obilaska svih lokacija za novo projektirane šumske pojaseve, došlo se do zaključka da niti jedan nije realiziran. Na terenu se nalaze samo pojedinačna drveća, grmlje i sitno raslinje, koje je uslijed neredovitog održavanja, u vrlo lošem stanju.

#### RASPRAVA I ZAKLJUČNA RAZMATRANJA DISCUSSION AND FINAL CONSIDERATIONS

U ovom radu su analizirani poljozaštitni šumski pojasevi, u svrhu utvrđivanja odstupanja između projektom definiranih pozicija i realiziranog stanja na terenu. Istraživanje je pokazalo da je područje Vojvodine, na osnovi svojih prirodnih karakteristika, ugroženo djelovanjem eolske erozije, a da su poljozaštitni šumski pojasevi, kao najbolji oblik borbe protiv štetnih utjecaja, u nedovoljnoj mjeri podignuti.

Tijekom istraživanja provedenog u Općini Bečeј, došlo se do zaključka da je prvo izvedena komasacija, a nakon toga

projektiranje poljozaštitnih šumskih pojaseva. S obzirom na to da je Projekt šumskih pojaseva za općinu Bečeј iz 1984., a komasacija iz sedamdesetih godina, jasno je da ovi pojasevi nisu uzeti u obzir u postupku komasacije, što je rezultiralo realizacijom samo malog broja njih i to isključivo na društvenom zemljištu.

Osim toga, tijekom istraživanja došlo se i do zaključka da postojeći poljozaštitni šumski pojasevi u općini Bečeј nisu učinkoviti, odnosno da visina stabala nije adekvatna. Naime, poznato je da je veličina utjecaja poljozaštitnog pojaza horizontalno proporcionalna njegovoj visini (H). Na osnovi prikupljenih podataka iz brojne literature, utjecaj pojaza na redukciju brzine vjetra osjeća se ispred pojaza na udaljenosti 10-15 H, a iza pojaza na udaljenosti 40-50 H. To znači da pojaz visine 15 metara (koliko je prosječna visina pojaseva u Općini Bečeј), u najboljem slučaju, od vjetra štiti prostor na 750 metara od pojaza. Budući da dužina tabli koje bi postavljeni pojasevi trebali štititi, iznosi i preko 1500 metara, jasno je da je njihova učinkovitost nedostatna. Slična situacija zatečena je i u Općini Sombor. Projekt šumskih pojaseva za ovu općinu rađen je 1989. godine, dok je komasacija rađena devedesetih godina 20. stoljeća. Glede te činjenice nejasno je zašto Projekt poljozaštitnih šumskih pojaseva nije realiziran paralelno, odnosno kroz postupak komasacije. Od projektiranih pojaseva realiziran je manji broj, i to onih koji su se nalazili na društvenom zemljištu.

Zatim je na kraju uslijedio primjer jedne novije komasacije koja je rađena u Općini Vršac, gdje su prvi puta u postupku komasacije izdvojene parcele baš za potrebe podizanja poljozaštitnih šumskih pojaseva.

Kod projektiranja i realizacije projekata poljozaštitnih šumskih pojaseva javlja se nekoliko problema, odnosno kontradiktornosti.

Prilikom projektiranja, odgovorni projektanti šumarske struke poštuju pravila projektiranja, pri čemu vode računa

o visini stabala, obliku i širini pojasa, vrsti drveća, propusnoj moći itd., kao i smjernice dane u Prostornim planovima općina ili regija. Ovakvi projekti, koji su sa stručnog i znanstvenog gledišta izrađeni na vrhunskoj razini, „zaboravljaju“ problem osiguravanja zemljišta za njihovu realizaciju. Ovakvi projekti „ne prepoznaju“ pojam niti potencijal komasacije, odnosno kompatibilnost s projektom putne i kanalske mreže u komasaciji, kao jedine realno izvodljive opcije. Naime, poljozaštitni šumski pojasevi se projektiraju najčešće kao troredni ili petoredni, što iziskuje pojas minimalne širine od 15 metara. Postavlja se pitanje tko će i na koji način osigurati zemljište, koje po katastarskim općinama u kojima se realiziraju iznosi minimalno 100 hektara. Jedini ispravan i mogući način je osiguravanje zemljišta za zajedničke potrebe kroz komasaciju. Ovdje ne treba zaboraviti i sagledavanje opravdanosti investicije, gdje je u ovisnosti od vrste drveća za rast koji omogućuje optimalnu učinkovitost potrebno minimalno dvadesetak godina. Ako se uzme u obzir da broj sadnica prelazi znamenku od 100 tisuća po projektu, postavlja se i pitanje proizvodnih kapaciteta rasadnika i vremenski interval potreban za uzgoj sadnica.

S druge strane, javljaju se problemi kod osiguravanja zemljišta za zajedničke potrebe. Naime, u nekim realiziranim projektima, sudionici komasacije su s ciljem što manjeg koeficijenta odbitka tražili da poljoprivredni putevi budu uži za pola metra, što koeficijent mijenja na drugoj decimali. U projektima komasacije u općinama Žabari, Obrenovac i Aleksinac (Republika Srbija), išlo se tako daleko da su zborovi građana donosili odluke da koeficijent odbitka može biti maksimalno 1 %, što je u značajnoj mjeri otežalo izradu projekta putne i kanalske mreže (u ovakvim okolnostima, o realizaciji projekta poljozaštitnih šumskih pojaseva nema ni govora, jer potrebna površina za njihovu izgradnju višestruko povećava koeficijent). Na osnovi ovih činjenica postaje jasno zbog čega je za izgradnju poljozaštitnih šumskih pojaseva u najvećem broju slučajeva korišteno državno ili zemljište društvenih poljoprivrednih kombinata.

Uzimajući u obzir prethodno navedene činjenice, poučeni negativnim iskustvima ostalih općina u kojima su provođeni postupci komasacije i podizani poljozaštitni šumski pojasevi, čelnici Općine Vršac su po prvi puta u srpskoj praksi u projekt komasacije u katastarskim općinama Pavliš, Veliko Središte i Vršac uvrstili i projekte poljozaštitnih šumskih pojaseva. Ove projekte koji su obuhvatili područje

cijelog Južnog Banata izradio je Šumarski fakultet iz Beograda, 2003. godine. Kao i kod ostalih prethodnih projekata i kod ovog projekta (iako je izrađen na vrhunskoj razini) nije se vodilo računa o osiguravanju zemljišta za njegovu realizaciju, što je svakako najlakše kroz komasaciju.

Nakon nekoliko godina ukazala se potreba za komasacijom zemljišta u ovoj općini. Još u fazi izrade idejnog projekta, uvaženi su izrađeni projekti poljozaštitnih šumskih pojaseva i uvršteni u njegov sadržaj. Programom komasacije (Idejni projekt) za KO Pavliš koji je rađen 2010. godine za potrebe podizanja šumskih poljozaštitnih pojaseva predviđeno je 129,06 hektara s čak 109.233 sadnica. Ovo je pozitivan primjer komasacije, gdje se integralno razmatraju putna i kanalska mreža i poljozaštitni šumski pojasevi.

Unatoč saznanjima što sume znače za poljoprivredno zemljište, kao i za biljni i životinjski svijet i društvenu zajednicu u cjelini, ovakav potpuno ispravan i jedini mogući pristup izazvao je lavinu nezadovoljstva sudionika komasacije. Naime, problem je bio u velikoj površini zemljišta koju su svi sudionici proporcionalno trebali izdvajati. Problem je riješen na taj način što je država iz svoje mase izdvojila veliku većinu zemljišta. Država je i u drugim općinama dala svoje zemljište za poljozaštitne šumske pojaseve, ali za razliku od tih slučajeva, ovdje su oni predviđeni na mjestima određenim na osnovi ozbiljnih istraživanja, odnosno na mjestima gdje će njihovi efekti biti najveći.

Problem druge vrste pojavio se nakon završetka komasacije i označavanja parcela za izgradnju poljozaštitnih šumskih pojaseva na terenu. Broj sadnica za podizanje šumskih pojaseva (oko 110.000 projektom predviđenih) nemoguće je osigurati u sljedećih 20 godina, iz rasadnika u Pančevu s kojim je sklopljen ugovor. Da li zbog ove činjenice ili iz nekog drugog razloga, ni nakon pet godina na projektiranim pozicijama nije posađeno niti jedno stablo. Individualni poljoprivredni proizvođači spontano obrađuju zemljište rezervirano za podizanje poljozaštitnih šumskih pojaseva, jer ni u naznaci nema informacija kada će početi sadnja. Ovo je klasičan primjer usurpacije državnog zemljišta u najgorem obliku, što naravno otvara druga pitanja i probleme.

Sveobuhvatno rješenje problema je izrada i realizacija Projekta poljozaštitnih šumskih pojaseva u procesu komasacije kroz izradu integralnog Projekta putne i kanalske mreže i poljozaštitnih šumskih pojaseva. Glede činjenice da se

**Tablica 1.** Pregledni prikaz komasacijskih projekata

Table 1. Overview of land consolidation projects

| Ukupan broj Projekata<br><i>Total number of researched projects</i> | Broj projekata komasacije u kojima je predviđena<br>uspstava poljozaštitnih šumskih pojaseva<br><i>Number of projects where shelterbelts were foreseen</i> | Broj projekata komasacije u kojima su realizirani<br>poljozaštitni šumski pojasevi<br><i>Number of projects where the shelterbelts were realized</i> |
|---|--|--|
| >800  | <5   | 0  |

putna mreža uvijek realizira, prije izrade integralnog projekta potrebno je izvršiti realnu finansijsku procjenu i u skladu sa tim uključiti kanalsku mrežu i poljozaštitne šumske pojaseve u integralni projekat.

Na osnovi izloženog može se zaključiti da je svijest o važnosti podizanja poljozaštitnih šumskih pojaseva u Republici Srbiji zaista niska. Pod utjecajem starih shvaćanja i u potrazi za najjednostavnijim izlazom iz takve situacije, još se i danas pojavljuju pojedinačni „glasovi“ da šume treba krčiti u korist poljoprivrede.

Nažalost, vrlo često je i komasacija sa svojim jednosektorskim pristupom poljoprivredi (glavni cilj je bio stvaranje velikih poljoprivrednih tabli, prilagođenih maksimalnom iskorištavanju moćne poljoprivredne mehanizacije) bila uzročnik nastanka erozivnih procesa.

Prilikom realizacije komasacije je činjena pogreška što su postojeći šumski nasadi, bilo da je riječ o linijskim ili nasadima druge vrste, a u cilju okrupnjavanja poljoprivrednih površina, bespštedno uništavani. Na taj način stvorene su ekološke "mikro-pustinje", čime je osjetno pogoršan režim vjetrova. Ta pogreška je tipična za cijelo područje Vojvodine, ali isto tako i za ravničarske krajeve srednje Srbije. U tablici 1 je dan pregledni prikaz broja analiziranih projekata komasacije, broj projekata komasacije u kojima je planirana uspostava poljozaštitnih šumskih pojaseva i broj komasacijskih projekata u kojima su realizirani poljozaštitni šumski pojasevi.

Najbolji primjer je već spomenuta komasacija u općini Bećej, koja je započeta 1971. godine kada je stvoren kompleks društvenog gazdinstva od približno 10.000 ha, s tablama veličine oko 150 ha i dužine 1.500 m. Već 1976. godine vjetar je odnio sjeme šećerne repe s površine od oko 500 ha i "premjestio" ga na površine koje su bile zasijane pšenicom, pri čemu je nastala šteta znatno veća od one koja je zahtijevala ponovnu sjetvu. To se ponavljalo svake 3-4 godine (Trifković i sur., 2013).

Neosporno je da su postojali brojni pokušaji da se osvijesti nužnost podizanja i očuvanja poljozaštitnih šumskih pojaseva, te je podizanje istih regulirano s više zakona i drugih pravilničkih propisa, od kojih neki nikada nisu realizirani. Iz razumljivih razloga, najviše propisa je doneseno u Vojvodini.

Na osnovi izloženog može se zaključiti da trenutna situacija glede projektiranja i podizanja poljozaštitnih šumskih pojaseva u Republici Srbiji nikako nije na zadovoljavajućoj razini. Međutim, ukoliko se na pravi način sagledaju opasnosti i štete od utjecaja vjetra, odnosno eolske erozije, samo po sebi se nameće da je projektiranje i podizanje poljozaštitnih šumskih pojaseva jedino rješenje koje bi osiguralo zaštitu poljoprivrednih površina, ali i donijelo koristi mnogim drugim granama i djelatnostima. Osim toga, posebnu pozornost treba posvetiti osiguravanju ne malih površina zemljišta za njihovo podizanje, što je svakako

najlakše kroz realizaciju projekata komasacije. Odgovoran odnos prema poljoprivrednom zemljištu sa gledišta održivog razvoja, također nameće imperativ poduzimanja svih mjera koje mogu smanjiti njegovu devastaciju uz povećanje ukupnih pozitivnih učinaka, pri čemu poljozaštitni šumski pojasevi imaju nezamjenljivu ulogu. Integralno planiranje komasacije podrazumijeva, između ostalog, i uključivanje eksperata iz oblasti šumarske struke u proces planiranja, kako bi se povećali ukupni učinci komasacije.

## LITERATURA

- Brandle, J. R., B. B. Johnson, T. Akeson, 1992: Field windbreaks: Are they economical?. *Journal of Production Agriculture*, 5(3): 393–398.
- Caborn, J.M., 1957: Shelterbelts and Microclimate, Department of Forestry, Edinburgh University, <https://www.fs.usda.gov/nac/documents/shelterbelts/sectionA.pdf> (pristupljeno: 16.02.2019)
- Domac, J., 2000: Prvi rezultati međunarodnog projekta "Socio – economic aspects of bioenergy systems". *Šumarski list*, 124(7–8): 413–419.
- Domac, J., S. Risović, V. Šegon, T. Pentek, B. Šafraň, I. Papa, 2015: Može li biomasa pokrenuti energijsku tranziciju u Hrvatskoj i Jugoistočnoj Evropi?. *Šumarski list*, 139(11–12): 561–569.
- Dožić, S., 2006: Poljozaštitni šumski pojasevi - vanšumsko zelenilo. U: *Savetovanje - Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije*, 34–45., Novi Sad
- Drekić, M., S. Orlović, Z. Galić, S. Stojnić, S. Pekeč, V. Vasić, A. Pilipović, 2016: Rezultati procene uticaja aerozagadnjenja na stanje šuma u Vojvodini, Topola, (197–198), 81–90.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinusangustifolia*Vahl). *Šumarski list*, 140(11–12): 539–547.
- Građevinski fakultet Beograd (GFB), 2010: Program komasacije KO Pavliš (Opština Vršac), Vršac
- Hendricks A., A. Liseč, 2014: Land consolidation for large – scale infrastructure projects in Germany. *Geodetski vestnik*, 58(1): 46–68.
- Jones, H. R., R. A. Sudmeyer, 2002: Economic assessment of windbreaks on the south-eastern coast of Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(6): 751–761.
- Krpina, V., Ž. Španjol, A. Jazbec, 2014: Uloga šuma i šumarstva u turizmu i zaštiti prirode na području zadarske županije. *Šumarski list*, 138(5–6): 271–281.
- Letić, Lj., R. Savić, 2006: Intenzitet procesa eolske erozije na Subotičko-Horgoškoj peščari. U: *Savetovanje-Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije*, 25–34., Novi Sad
- Lukić, S., 2005: Uticaj standardnih tipova šumskih pojaseva i standardnih poljoprivrednih kultura na brzinu vetra. Magistrski rad, str. 42, Šumarski fakultet, Beograd
- Marinković, G., M. Trifković, Ž. Nestorović, 2013: Mogućnost rekomasacije u Srbiji na primeru Opštine Sombor. *Zbornik radova Građevinskog fakulteta Subotica*, (22): 199–208.
- Martinić, I., 2004: Šumarska struka u svjetlu uspostave ekološke mreže Republike Hrvatske. *Šumarski list*, 128(3–4): 163–171.

- Pearce, D., E. Barbier, A. Markandya, 1990: Sustainable development, Economic and Environment in the Third World, Earthscan Ltd, Dunstan House, 14a St Cross Street, London, UK.
- Rempel, J.C., S.N. Kulshreshtha, B.Y. Amichev, K.C. van Rees, 2016: Costs and benefits of shelterbelts: A review of producers' perceptions and mind map analyses for Saskatchewan, Canada. Canadian Journal of Soil Science, 97(3): 341-352.
- Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014-2024. godine. („Službeni glasnik Republike Srbije“. br. 85/14)
- Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, („Službeni glasnik Republike Srbije“. br. 59/06)
- Šumarski fakultet Beograd (ŠFB), 1984: Projekat šumskih zaštitnih pojaseva na području S.O. Bečeј
- Šumarski fakultet Beograd (ŠFB), 1989: Projekat šumskih vetrozaštitnih pojaseva za S.O. Sombor
- Šumarski fakultet Beograd (ŠFB), 2003: Projekat šumskih vetrozaštitnih pojaseva za S.O. Vršac
- Trifković, M., G. Marinković, B. Ilić, G. Pejičić, J. Lazić, 2016: Land consolidation and irrigation, case study Municipality of Velika Plana. Archives for Technical Sciences, 14 (1):35-45.
- Trifković, M., T. Ninkov, G. Marinković, 2013: Komasacija. FTN Izdavaštvo, str. 345, Novi Sad
- Zakon o komasaciji i arondaciji Socijalističke Autonomne Pokrajine Vojvodine. („Službeni list SAPV“ br. 16/78, 22/78 i 32/78)
- Zakon o komasaciji („Narodne novine Republike Hrvatske“, br. 10/79, 21/84 i 5/87)
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu („Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 62/06, 65/08, 41/09, 112/15 i 80/17)
- Zakon o poljoprivredi i ruralnom razvoju („Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 41/09, 10/13 i 101/16)
- Zakon o šumama Republike Srbije („Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 30/10, 93/12 i 89/15)
- <http://www.vojvodinasume.rs/sume/procena-optimalne-sumovitosti-u-vojvodini> (pristupljeno: 05.12.2018.)

## SUMMARY:

The forests as a necessary condition for human civilization existence also are of great ecological and economic importance. This fact is often neglected in practice despite the fact on wide spread scientific knowledge about it. The authors noticed that practice and made research about shelterbelts realization in the numerous cases of theoretical researches as well as in projects of land consolidation projects in Serbia (mostly of them provided in Autonomous Province of Vojvodina as a region where agricultural land dominates). The benefits of shelterbelts are well known from scientific literature and practice for agricultural land protection, but the realization of them in concrete projects are connected with a lot of obstacles. In this paper more than the author investigated the projects of land consolidation from the aspect of the chances for building shelterbelts and their realization in practice. The research provided on more than eight hundred projects of land consolidation has shown that only in a few of them the shelterbelts were foreseen and no one of them was realized as designed. The reasons are mostly connected with the resistance of participants in land consolidation to give up of their land for shelterbelts building, with lack of capacities for seedlings providing and with the insufficient attention paid to this issue in legal regulation.

In this paper the results of analysis of shelterbelts in the process of land consolidation are shown. Research encompassed three different and distinguished projects of land consolidation in Autonomous Province of Vojvodina - The Republic of Serbia, through which realization was required to provide the projects of shelterbelts. Bearing in mind that chosen projects are spread in different geographical areas of research fields, the conclusions obtained in this paper could be considered as representative for Vojvodina. The Vojvodina is especially interesting for research because this region is lacking with forest. To reach the standards of 0.16 hectare per citizen the woodlands in Vojvodina shall be increased from actual value of 193,621 hectares to the values of 308,045 hectares. Bearing in mind that importance of agricultural land and its preservation in the future from the aspect of sustainable development the land consolidation projects are the best chance for reaching before mentioned goal of increasing woodlands in Vojvodina. The study has shown that chance for increasing forest area in Vojvodina was not utilized, i.e. that projects of shelterbelts were not taken into consideration, and even if they were, the considered area was never brought to the designed goals. The visualization of project solutions and the actual implementation of the shelterbelts in the considered municipalities is shown in Figures 1-6. Overview of the number of analyzed projects of land consolidation, the number of land consolidation projects where was planned the establishment of shelterbelts and the number of land consolidation projects where are realized shelterbelts is given in Table 1.

**KEY WORDS:** eolic erosion, shelterbelt, land consolidation

# PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 4-6/1920.

## Stališke vijesti.

**Državni ispit za samostalno vođenje šumskog gospodarstva** održao se dne 15. i slijedećih dana mjeseca ožujka t. g. kod šumarskog odsjeka ministarstva šuma i rudnika u Zagrebu. Ispitu je predsjedao upravitelj šumarskog odsjeka, kr. šumar, savjetnik A. Jovanovac, koji je ujedno fungirao i kao ispitivač. Kao ostali ispitivači fungirala su g. g. prof. dr. Gj. Nenadić, dr. A. Ugrenović i M. Marinović.

Prva "stališka" vijest je o državnom ispitiju za samostalno vođenje šumskog gospodarstva. Kao što vidimo ispit su provodili ugledni šumari i profesori, a među pristupnicima ćemo lako prepoznati barem nekoliko imena: Ambrinac Josip, Bogičević Aleksandar, Dujić Branko, Grahovac Petar, Jerbić Marijan, Katić Krešimir, Kraut Igo, Majnarić Marijan, Malnar Ljudevit, Mihaldžić Vidoje, Nikšić Stjepan, Polak Velimir, Premužić Ante, Rukavina pl. Branko, Španović Teodor i Šušterić Mirko.

"Među kandidatima neki su apsolventi bečke visoke škole za kulturu tla, neki ščavničke šumarsko-rudarske visoke škole, a većina ih je apsolvirala našu bivšu kr. šumarsku akademiju u Zagrebu. Gotovo svi su manje ili više godina izgubili u ratu."

No najzanimljivije je da su objavljena i pitanja na koje su kandidati odgovarali kroz DVODNEVNI pis-meni ispit, nakon kojeg je slijedio usmeni ispit koji se obavio djelomice u dvorani, a djelomice u šumi.

Svi su kandidati ispit napravili, te su dvojica proglašena „odlučno sposobnima”, trojica „sposobnima sa većinom glasova” a ostali „jednoglasno sposobnima.”

Ako imate volje, pogledajte što su to kandidati morali riješiti u svom "ispitu zrelosti".

I. *Što se smatra šumskom služnošću i kakovih imademo šumskih služnosti po šum. zakonu; da li za šume, obterećene šum. služnostima, postoji osim šum. zakona jošte koji zakon i koje su odredbe toga zakona u tom pogledu?*

II. *Koje prednosti, a koje mane ima čista sjeća spram oplodne i preborne sječe? Za koje vrsti drveća i na kakvim stojbinama možete odabrati čistu sjeću? Koje oblike čiste sjeće poznajete i na što morate kod provođanja iste paziti?*

III. *Kroz jednu 60 godina staru bukovu sastojinu ima se izgraditi željezница, u koju svrhu ima se posjeći pruga od 2300 m. duljine i 30 m. širine. Šuma raste na II. bon. razredu Feistmantelovih prihodnih tabela, te se od nje uz 100 godišnju ophodnju mogu očekivati ovi prihodi:*

1. *Glavni prihod iznosit će 260 m<sup>3</sup> po jutru, te od 40 godine počevši svake 10. god. prihod od prorede u iznosu od 10 m<sup>3</sup> po jutru.*
2. *Sporedni užici: Od 60 godine počevši svake 5 godine može se sabirati listinac u iznosu od 3 voza po jutru uz cijenu od 30 K po vozu. Zakupnina od lova iznosi 50 fil. po jutru. Na urod bukvice može se računati dva puta i to počam od 70 godine pa do konca ophodnje.*

*Ako se u račun uzmu cijene, koje postoje u kraju vašega službovanja, te ako se za popunjavanje naravnog pomladjenja izdaje 40 K. i ako troškovi uprave i t. d. iznose 5 K. po jutru, te ako se od gospodarenja traži, da se ukamaće s 2-5% pita se, kolika se odšteta može tražiti za sjeću odnosne sastojine?*

IV. *Koje štete mogu šumama nanijeti jaki vjetrovi? Koji momenti uvjetuju veličinu takove štete? Kako treba sa sastojinama pri osnutku, njegi i sjeći njihovoj postupati, da se pogibelj od vjetra svede na minimum? Kako treba postupati sa sastojinama, koje su već od vjetra znatno postradale?*

V. *Imaju se opisati sve radnje, koje treba obaviti za sastav operata i provedbu odvodnje oveće šumske močvarne površine. Opis treba nadopuniti jednim primjerom.*

VI. *Opišite metodu izmjere vanjskih medja jedne šume u površini od po prilici 10.000 ha u jednomu dijelu kraljevstva, u kom neimate provedenu katastralnu izmjjeru. Koje instrumente potrebujete za tu izmjjeru? Kako bi velik bio predvidivo trošak te izmjere skupa sa potrebom za nabavu instrumenata, ako šum. tehničar dobiva dnevnicu od K. 100. –, a radnik nadnicu od K. 50. – Sve instrumente morate na novo nabaviti. Cijene instrumenata navedite približno prema današnjim prilikama.*

VII. *U kojoj mjeri ovisi uporaba pojedinih glavnih vrsti drva o njihovim tehničkim svojstvima?*

# CIJEPLJENJE KULTIVARA UKRASNIH JAPANSKIH JAVORA

## GRAFTING CULTIVARS OF DECORATIVE JAPANESE MAPLES

Damir DRVODELIĆ<sup>1</sup>, Milan ORŠANIĆ<sup>2</sup>

### SAŽETAK

U članku se govori o značaju ukrasnih japanskih javora u projektima krajobraznog uređenja prostora i njihovoj velikoj varijabilnosti. Detaljno je objašnjena metoda proizvodnje podloga iz sjemena i tehnika bočnog cijepljenja koja se provodi u zaštićenim prostorima krajem zime. Objašnjeni su svi čimbenici koje treba uzeti u obzir prije, za vrijeme i nakon cijepljenja. U članku su pojašnjene oznake koje se koriste u rasadničkoj proizvodnji cijepova, a preuzete se iz standarda europske udruge rasadničara - European Nurserystock Association (E.N.A.). Ovaj stručni rad može poslužiti svim rasadničarima, ali i pojedincima koji si sami žele razmnožiti određeni kultivar japanskog javora.

**KLJUČNE RIJEČI:** podloga, plemka, bočno cijepljenje, njega cijepova, E.N.A. standard

Japanski javor (*Acer palmatum*) je listopadna drvenasta biljka. Latinski naziv *Acer* znači šiljat, što upućuje na njegove listove šiljatih režnjeva, dok *palmatum* znači dlanast, što upućuje na karakterističnost listova koji su rašireni putem ljudskog dlana. Pripada u skupinu drveća niskog rasta. Najbolje se prepoznaje u jesen po atraktivnim i očaravajućim crvenim listovima.

Postoji više stotina kultivara ove vrste s vrlo velikom raznolikošću u konačnoj visini, brzini rasta, boji lišća i habitusu t.j. obliku krošnje. C. J. van Gelderen i D. M. van Gelderen (1999) u enciklopediji „Javori za vrtove“ opisuju veliku raznolikost vrsta i kultivara javora koji se koriste za sadnju u vrtovima. Japanski javor potječe iz Japana, Koreje, Kine i dijelova sjeveroistočne Azije gdje je poznata kao samonikla biljka. Kad se proširila diljem svijeta, poprimila je karakteristiku ukrasnog stabla koje se sadi u parkovima i posuđama. U područjima iz kojih potječe, ovo stablo je simboliziralo inteligenciju, dok danas na njegov spomen mnogi pomisle samo na japanski javor kao dekorativnu biljku, kao nešto lijepo i atraktivno. Japan je također poznat po tome

što je kultivirao ovu vrstu ponajviše od 1603. do 1867. godine. Iz tog razdoblja postoje pisani zapisi koji govore o čak 200 kultiviranih vrsta koje su Japanci sadili u svojoj bližoj sredini i divili im se prilikom njihova razgledavanja. Do danas su mnoge kultivirane vrste iz tog vremena izgubljene zbog svjetskih ratova koji su Japance natjerali na sjeću tih stabala, kako bi se imali čime grijati u tim teškim vremenima. Mnoge kultivirane vrste su izgubljene zbog netočnih engleskih prijevoda japanskih poetičnih nazivlja za ovu vrstu. U Americi i Europi su japanski nazivi nerijetko krivo izgovarani ili zapisani, što je dovelo do krivog pamćenja, a znalo se dogoditi da su ti nazivi namjerno promijenjeni kako bi se lakše prodali potencijalnim kupcima (<https://www.vrtlarica.com/uzgoj-japanskog-javora/>). Danas se u rasadnicima u Republici Hrvatskoj razmnožava oko 50 kultivara japanskog dlanastolisnog javora. Cijena cijepova uvek ovisi o kultivaru. Oni rjeđi i koji se teško razmnožavaju prodaju se po cijenama oko sto eura, dok je za većinu kultivara ta cijena dosta niža (<http://www.sumins.hr/odjel-rasadnicke-proizvodnje>).

<sup>1</sup> Doc. dr. sc. Damir Drvodelić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, email: [ddrvodelic@inet.hr](mailto:ddrvodelic@inet.hr)

<sup>2</sup> Prof. dr. sc. Milan Oršanić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb

**Za zimsko cijepljenje brojnih vrlo dekorativnih kultivara japanskih javora potrebo je imati:**

- 1 – Godišnje generativne podloge dobi 1+0 ili 1/0
- 2 – 1 - godišnje plemke uzete s etiketama označenih matičnih stabala u matičnjaku rasadnika
- 3 – Supstrat za punjenje kontejnera
- 4 – Grijani zaštićeni prostor
- 5 – Čisti stol i ergonomski stolac za osobu koja cijepi
- 6 – Alat i pribor za cijepljenje (voćarski nožić, voćarske škare, 96 %-postotni alkohol etanol, vata, materijali za učvršćivanje mesta spoja, voćarski vosak, precizne škare ili pincete za skidanje (čišćenje) izbojaka ispod mesta spoja, etikete i printer za pisanje ili barem vodootporni marker)
- 7 – Teoretsko znanje o kultivarima i tehnikama cijepljenja
- 8 – Praktično znanje koje se dobije ponavljanjem iste tehnike cijepljenja
- 9 – Umjetničke sklonosti
- 10 – Volja za radom i stvaranjem novih jedinki različitih uzgojnih oblika
- 11 – Vanjski prostor za aklimatizaciju cijepova

O brojnim čimbenicima koji utječu na uspjeh cijepljenja piše Jemrić (2007).

Podloge za cijepljenje brojnih kultivara japanskog javora (*Acer palmatum*) moraju biti jednogodišnje ili dvogodišnje (Dirr i Heuser, 1987) i uzgojene sjetvom sjemena (generativne podloge) sakupljenog s tipične vrste *Acer palmatum*. Sjeme se može sijati na tri načina:

- 1 – Najjeftiji način je proizvodnja sjemena na uzdignutim vanjskim gredicama ukoliko je rasadničko tlo povoljno za uzgoj navedene vrste
- 2 – Najstariji način, preuzet iz cvjećarstava i povrćarstva je uzgoj sadnica sjetvom u pojedinačne lončice volumena od 1,4 do 2 l ili multikontejnere od čvrste ili biorazgradive plastike.
- 3 – Najbolji način proizvodnje generativnih podloga vrste *Acer palmatum* u Republici Hrvatskoj pokazao se u Dunemannovim lijehama koje svatko može napraviti, a korisne su iz razloga što se sadnice uzgajaju u povoljnom supstratu, postoji sustav zalijevanja i zaštite od direktnog sunca i kasnog proljetnog mraza. Navedni način proizvodnje je skuplji, ali sadnice pokazuju bolji rast i prirast.

**Postupak sjetve sjemena obuhvaća četiri radnje:**

- priprema tla za sjetvu
- priprema sjemena
- obavljanje same sjetve
- postupak nakon sjetve

**Jesenska sjetva obavlja se kod sjemena:**

- a) koje tada dozrijeva i teško mu je očuvati klijavost (žir, bukvica, kesten, orah, jela,...)
- b) koje karakterizira dugo razdoblje mirovanja zbog dormantnosti embrija (jasen, javor,...)
- c) koje je dvostruko dormantno (lipa, dren,...).

Sjeme se dijeli s obzirom na sposobnost očuvanja u skupine *Orthodox* i *Recalcitrant*. Odgovarajući hrvatski nazivi za navedene skupine ne postoje. Vlaga se kod *Orthodox* sjemena može sniziti sušenjem na 10 % ili manje, a sjeme se može čuvati na temperaturama ispod nule (subfreezing). *Recalcitrant* sjeme je ono kojemu se vlaga ne smije spustiti ispod 15–45 %, a sjeme se ne smije čuvati na temperaturama blizu smrzavanja.

*Recalcitrant* sjeme je vrlo osjetljivo na postupke rukovanja. Najznačajniji predstavnik je rod *Quercus* koji pripada u skupinu suhih plodova s odrvenjenim perikarpom (čvrsta struktura).

**Neki autori sjeme dijele s obzirom na sposobnost očuvanja u četiri skupine:**

Pravo *orthodox* sjeme,

*Sub orthodox* sjeme,

Umjereno *recalcitrant* sjeme,

Tropsko *recalcitrant* sjeme.

Sjeme javora pripada u skupinu umjereno *recalcitrantnog* sjemena

**Sabiranje, predsjetvena priprema, ispitivanje laboratorijske klijavosti i sjetva sjemena vrste *Acer palmatum* Thunb.**

Prema Dirr i Heuser (1987), klijavost sjemena vrste *Acer palmatum* Thunb. ovisi o provenijenciji, vremenu sakupljanja i predsjetvenoj pripremi. Sjeme treba sakupljati kada je zeleno ili crveno, odnosno prije nego se osuši na stablu. Svježe sakupljeno i posijano sjeme klijije idućeg proljeća. Suho sjeme prije sjetve treba dva dana moći u vodi temperature 43 °C, a zatim ga stratificirati u trajanju od 3 do 5 mjeseci. Dobru klijavost daje zeleno/crveno sakupljeno i očišćeno sjeme koje smo tretirali fungicidima te stratificirano u vlažnom tresetu na temperaturi od 4 °C u trajanju od 3 do 5 mjeseci. U jednom istraživanju suho sjeme iz Japana posijano u jesen prokljalo je tijekom razdoblja od 5 godina. Drugi čimbenik koji utječe na visok postotak klijavosti je dobro zdravstveno stanje sjemena. Rasadničari bi kad je u pitanju suho sjeme trebali ispitati vitalitet sjemena metodom rezanja (mehanička metoda). Prije sjetve, a nakon hladne stratifikacije preporuča se držanje sjemena u toploj vodi. Pokazalo se kako primjena GA nije značajno utjecala na klijavost sjemena. O generativnom razmnožavanju vrste *Acer palmatum* i predsjetvenoj pripremi pišu Young i Young (1992).

Prema ISTA Pravilima za ispitivanje klijavosti, sjeme vrste *Acer palmatum* ispituje se na podlozi od pijeska ili metodom na papiru. Temperatura klijanja je konstantna i iznosi 20 °C. Prvo brojanje klijanaca obavlja se sedmog dana, a završno 21 dana. Prije stavljanja sjemena na ispitivanje klijavosti potrebno ga je stratificirati u trajanju od 4 mjeseca na temperaturi od 1-5 °C. Uklanjanje perikarpa prije testiranja utječe povoljno na klijanje sjemena. Dodatne preporuke za ovu vrstu uključuju izvođenje tetrazol testa ili ispitivanje vitaliteta sjemena metodom rastenja oslobođenih embrija.

Sjeme se u rasadniku prekriva anorganskim (kvarcni pijesak) ili organskim (treset, kompost, posebno pripremljena mješavina za sjetvu) supstratima koji moraju imati osobine da se ne zbijuju djelovanjem atmosferilja, da ne dolazi do razvoja pokorice te da se buduća klica može lako probiti kroz supstrat. Uz sve navedeno supstrati ne bi smjeli sadržavati sjeme korova niti drugih vrsta šumskog i hortikulturnog sjemena i ne smiju biti fitotoksični za sjeme i mlade biljčice. Sjeme se prekriva slojem supstrata dva do tri promjera sjemena na užem dijelu. Gredice poslije sjetve nije potrebno valjati.

#### Rasadnčka tehnologija proizvodnje sadnica javora

Preporuka je za većinu vrsta javora jesenska sjetva sjemena i malčiranje gredica. Stratificirano sjeme može se sijati u proljeće, ali su rezultati varijabilni i često nezadovoljavajući. Sjeme javora sije se na dubinu od 0,5 do 1,0 cm. Sjetva se obavlja omaške ili u redovima. Preporuka je da gustoća sadnica na gredicama bude od 150 do 1500 komada/m<sup>2</sup>. Niža gustoća se preporuča za dobivanje biljaka visokog viga. Zasjenjivanje gredica potrebno je tijekom klijanja i razvoja klijanca (3 tjedna). Ponekad su sadnice javora dovoljno velike da se uzgajaju kao 1+0, ali ta dobivanje zadowjavajućih rezultata često je potreban uzgoj 2+0 ili 2+2. Općenito, što su sadnice veće, preživljivanje je bolje. Sadnice kultivara *Acer palmatum 'Atropurpureum'* uzgajaju se za dobivanje podloga za cijepljenje brojnih kultivara vrste *Acer palmatum*. U tom slučaju generativne podloge moraju biti starosti 2 (2+0) ili više godina. Drugi razlog uzgoja je dobivanje sadnica kultivara koji će se prodavati pod nazivom *Acer palmatum 'Atropurpureum'* uzgojen iz sjemena. U tom slučaju radi se selekcija na pri kraju prve vegetacije kad biljke poprime crvenkastu boju lišća na način da se pročupaju biljke sa zelenom i prijelaznom bojom lišća. Selekcija po boji može se raditi u drugoj i narednim godinama uzgoja. Cilj je dobiti što veći postotak sadnica s crvenom bojom lišća u jesenskom razdoblju. Svojstva sadnica kultivara *Acer palmatum 'Atropurpureum'* uzgojenih iz sjemena je varijabilna boja lišća. Sadnice ne zadržavaju crvenu boju lista preko cijele vegetacije već samo pri kraju, što je razlika u odnosu na sadnice ovog kultivara uzgojenog cijepljenjem kod kojega je boja lišća stalno crvena tijekom cijele vegetacije.

Kod jesenske sjetve sjemena kultivara *Acer palmatum 'Atropurpureum'* u prethodno pripremljeni supstrat u Dunemannovim lijehama najprije se daskom ravnjačom treba poravnati površinski sloj supstrata kako bi svaka sjemenka imala podjednake uvjete za klijanje. Sjeme se sije omaške, razbacivanjem iz ruke pri čemu je važna homogena distribucija sjemena na sjetvenoj posteljici. Nakon sjetve, sjeme se prekriva specijalnim supstratom za sjetu na bazi treseta nešto dublje nego kod proljetne sjetve, što znači oko 1 cm. Nakon prekrivanja gredice treba malčirati listincem (otpalmi lišćem) koje ne smije sadržavati sjeme vrsta sa kojih je list sakupljen. Malč će služiti kao zaštita sjemena od smrzavanja. Malčirana površina bit će toplija zimi i imat će manja kolebanja temperature za razliku od ne malčirane. U proljeće, čim biljčice počnu s klijanjem, malč se treba ručno ukloniti kako ne bi ometao rastu klijanaca zbog manjka svjetla (pojava izduživanja biljaka i etiolacija) te doveo do pojave zakriviljenih sadnica.

Za uzgoj jednogodišnjih generativnih podloga (oznaka 1+0 ili 1/0) za cijepljenje, klijanci se pikiraju u fazi kad im se razvije prvi par listova normalne veličine. Čupanje klijanaca treba obaviti nakon kišnog razdoblja ili obilnog navodnjavanja. Klijanci se presadjuju u centar kvadratičnih (9x9 cm) lončića visine 20 cm i zapremine od 1,4 do 2,0 litre koji se pune mješavinom rasadničkog tla, crnog treseta i pijeska. Prema E.N.A. standardu lončići se označavaju početnom oznakom P iza koje slijedi širina lončića od 5-13 cm, npr. P9 znači širina lončića od 9 cm. Lončići (do 2 l volumena) bi trebali imati otvore na dnu zbog odvodnje suviška vode i sa strane zbog zračnog podrezivanja ili desikacije korijena. Nakon presadnje obavezno je zalijevanje lončića sve dok se



**Slika 1.** Pročupavanje manje sadnice vrste *Acer palmatum* u lončiću i ostavljanje deblje kao podloge za cijepljenje

**Figure 1.** Plucking a smaller *Acer palmatum* seedling into a pot and leaving it thicker as a grafting rootstock



**Slika 2.** Aktivacija korijena podloge sadnice vrste *Acer palmatum* vidljiva je po bijelim sitnim korjenčićima

**Figure 2.** Activation of rootstock roots of *Acer palmatum* seedlings is visible on white small roots

ne primijeti otjecanje vode kroz otvore na dnu. Lončići se drže u prvo vrijeme pod zasjenom oko 50 %, a nakon toga u uvjetima svjetla uz osigurano navodnjavanje ili zalijevanje. Na kraju prve vegetacije podloge mogu izrasti više od pola metra i imati dovoljne promjere za cijepljenje većine vrste javora. Korijenski sustav podloge je prorastao raspoloživi volumen lončića i sadnice se mogu vaditi bez rasipanja supstrata. Ukoliko se u lončić posije više sjemenki zbog njegove dvostrukе dormantrnosti i sigurnosti, ponekad se dogodi da se razvije jedna biljka normalne veličine i još jedna manja zbog naknadnog klijanja, tu manju treba obavezno ukloniti pročupavanjem s korijenom (slika 1.), a ne prerezivanjem stabljike u području vrata korijena škarama, jer se u ovom drugom slučaju ispod mjesta reza opet mogu aktivirati izbojci iz spavajućih pupova.

Početkom siječnja podloge se unose u grijani zaštićeni prostor i slažu jedna do druge kako bi zauzimale što manju površinu. Zalijevati treba kad se supstrat lagano prosuši. Nakon otprilike mjesec dana korijen se počinje prvi aktivirati, što se vidi po novim sitnim bijelim korjenčićima (slika 2).

To nam je znak da će ubrzo krenuti biljni sokovi prema izbojcima i da će se moći ubrzo pristupiti cijepljenju. Pošto je korijen podloge prorastao supstrat sadnica se može normalno vaditi iz lončića, a da ne dođe do rasipanja supstrata i oštećivanja korijena. Slijedi bubrenje lisnih pupova i pojava novih listića. Kad se to dogodi može se pristupiti samom cijepljenju koje se izvodi u zaštićenom prostoru.

Najčešće se koriste generativne podloge uzgojene sjetvom sjemena u Dunemannove lijehe, u fazi klijanca presaćene u lončice i stare jednu vegetaciju kad su spremne za cije-

pljenje. U slučaju da je podloga svježe sađena u lončić, može se cijepiti odmah, ali se obavezno cijep mora ostaviti jednu vegetaciju u lončiću kako bi korijenski sustav ispunio raspoloživi volumen supstrata. Takvi cijepovi se mogu nakon cijepljenja izvaditi na otvoreno, ali se ne smiju presadijati niti u veće kontejnere niti na polje.

Prema E.N.A. standardu, podloge za cijepljenje su od godinu do dvije stare biljke, mogu biti proizvedene iz sjemena ili vegetativno. Dijele se na podloge proizvedene iz sjemena: sjemenjaci, orezani sjemenjaci i presaćeni sjemenjaci i na vegetativno proizvedene podloge: grebenice i mekane i tvrde reznice. Sjemenjaci na prvotnom položaju ili jednogodišnji sjemenjaci imaju oznaku 1/0 (*klijanci in situ*) i to su biljke iz sjemena, koje nisu presadijane i obično imaju jedan glavni korijen. Sjemenjaci presaćeni u stadiju kotiledona ili supki nose oznaku 1/x0 što je najčešći slučaj kod podloga vrste *Acer palmatum*.

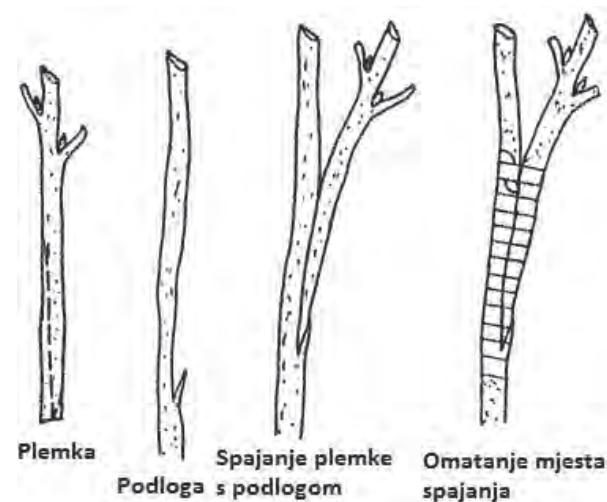
Plemke se uzimaju isključivo s etiketiranih matičnih biljaka kultivara japanskog javora u matičnjaku rasadnika i to za vrijeme dok su u fazi potpunog mirovanja. Matične biljke treba saditi na srednje humusnom tlu u rasadniku i na njima provoditi sve uzgojne mjere (orezivanje, umjereno navodnjavanje i ciljana prihrana, zaštita od biljnih bolesti i štetnika i dr.), a samu površinu oko biljaka treba malcirati i čupati korov ukoliko se pojavi kroz malč. Između redova površinu treba obradivati frezanjem, pri čemu treba paziti da se tlo previše ne usitni i ne naruše mu se strukturalni agregati, jer je u tom slučaju sklono stvaranju pokorice i površinskom otjecanju vode. Treba provoditi redoviti monitoring na svim biljkama u matičnjaku. Jako je važno da svaka biljka ima na sebi etiketu s punim latinskim nazivom kultivara i podacima o uzgoju. Svaki kultivar u matičnjaku mora biti zastupljen u barem tri primjerka. Razmak između kultivara ovisi o njihovom habitusu brzini rasta i sl. Na to posebno treba обратити pažnju. Dosta kultivara japanskog javora najbolje uspijeva u uvjetima blagog difuznog svjetla, dok se drugi trebaju saditi na potpunom suncu kako bi zadržali tipičnu boju lišća svojstvenu za taj kultivar (npr. tamno crveno i crveno lišće). Kod onih koji su osjetljivi na direktno sunce, događaju se rubne spržotine lišća što može dovesti i do slabijeg prirašćivanja i ranije defolijacije, a narušava se i estetski izgled. Japanski javori ne vole propuh i kanalizaciju vjetra, a većina njih je osjetljiva i na kasne proljetne mrazove (do 15.5.). Ukoliko se dogode mrazovi, a izbojci su se jako razvili obavlja se zaštita od mraza navodnjavanjem odozgo u ranim jutarnjim satima. Za zaštitu od mraza može se koristiti prekrivanje matičnjaka javora agrotekstilom (kovertin agril, lutrasil i sl.). Ovisno o kultivaru, japanski javori imaju različite debljine plemki koje se mogu uzeti, pa je nužno imati i podloge odgovarajuće debljine. Plemke se uzimaju za vrijeme mirovanja vegetacije dok su pupovi u fazi najdublje dormantrnosti i odmah se stavljuju u PVC vrećice s vlažnim pijeskom koji služi za čuvanje vlage

i drže se u hladnjačama ili frižiderima (ovisno o količinama i raspoloživosti). Plemke se ne smiju osušiti. Kod uzimanja plemki voćarskim škarama treba obratiti pažnju da su one zdrave, što se vidi na samom presjeku. Ponekad kod nekih kultivara japanskih javora niske zimske temperature i rani jesenski mrazevi mogu dovesti do sušenja vrhova izbojaka ili cijelih izbojaka. Svaki kultivar japanskog javora ne podnosi klimatske uvjete koji su na području Republike Hrvatske i na to treba obratiti posebnu pažnju kod kupnje biljaka za matičnjak i njihovom dalnjem razmnožavanju. Zbog isušivanja plemki uvijek je dobro uzeti nešto veće izbojke. Samo cijepljenje izvodi se s plemkama starim jednu godinu koje mogu imati terminalni pup ili se uzete iz sredine izbojka. Važno je ponekad i povećalom ili lupom obratiti pažnju na stanje pupova na plemci, jer oni moraju biti zdravi i u stanju mirovanja. Svaka plemka trebala bi imati od 5 do 7 zdravih pupova koji su kod ove vrste i kultivara na izbojku raspoređeni nasuprotno. Kad se koriste plemke iz srednjeg dijela izbojka gornji rez se reže oko pola cm iznad nasuprotnih pupova pod kutom od 90° ili ravno.

Cijepljenje se obavlja nakon mjesec dana od unošenja podloga u grijani zaštićeni prostor, a to znači početkom veljače. Za dobro kalusiranje važna je visoka temperatura zaštićenog prostora od 20 do 25 °C i visoka relativna zračna vлага. Cijepljene biljke također trebaju biti na svjetlu. Kod cijepljenja je važno da jedna osoba cijepi samo jedan kultivar i nakon cijepljenja se na svaku sadnicu odmah stavlja etiketa. Nakon što se pocijepe sve plemke, ide se s cijepljenjem drugog kultivara kako ne bi došlo do zabune, jer pojedini kultivari imaju dendrološki gledano vrlo slične izbojke, pupove, lenticelle i lišće. Održavanje sto postotne klonske čistoće je vrlo bitno. Prije cijepljenja treba se nabaviti čisti stol i stolica koji moraju biti ergonomski prilagođeni osobama koji cijepi. Posebnu pažnju treba obratiti na položaj kralješnice kod cijepljenja o čemu trebaju voditi brigu voditelji rasadnika. Pošto je cijepljenje način rada gdje se isti postupci ponavljaju, treba stvoriti ugodnu atmosferu između osoba i u prostoru se može puštati određena glazba kako bi se razbila monotonija, a ponajviše da ne dođe do psihičkog zamora ljudi, što neminovno dovodi do grešaka u tehničkoj cijepljenju i na kraju malog postotka primanja. Vrlo česte pogreške kod cijepljenja povezane su s lošim ergonomskim položajem osoba koje cijepi i lošim sanitarno-higijenskim uvjetima. Podloga ili stol gdje se drže plemke mora biti čista.

Ovakav način zimskog cijepljenja japanskih ukrasnih javora u zaštićenim prostorima obavlja se tehnikom bočnog cijepljenja s neprevršenom podlogom (slika 3.). O samoj tehnici bočnog cijepljenja pišu mnogi autori poput MacDonalda (1986), Stilinovića (1987), Dirra i Heusera (1987) i Međedovića i Ferhatovića (2003) i dr.

Na isti način se tradicionalno cijepi četinjače, ali i mnoge ostale vrste ukrasnog drveća i grmlja. Prije početka cijepljenja treba uzeti plemke samo jednog kultivara iz hladnjače



**Slika 3.** Shematski prikaz tehnike bočnog cijepljenja s neprevršenom podlogom

**Figure 3.** Schematic illustration of the side-veneer grafting technique with uncut rootstock

i pripremiti alat i pribor u što pripadaju voćarski nožić, voćarske škare, precizne škare ili grickalice za skidanje sitnih pupova na podlozi ili plemci koji smetaju pri izvođenju cijepljenja, ali i kasnije čišćenje ili skidanje izbojaka na podlozi ispod mjesta spajanja koji se vrlo često aktiviraju iz spavaajućih pupova, a štetni su jer troše biljne sokove i ne raspoređuju je u plemku u dovoljnoj količini (slika 4). O razmnožavanju brojnih ukrasnih formi japanskog javora cijepljenjem piše Stilinović (1987) pri čemu navodi kako je moguće bočno cijepljenje, u kolovozu odnosno u rano proljeće, pod stakлом.



**Slika 4.** Aktivirani izbojci iz spavaajućih pupova ispod mjesta cijepljenja koje treba odmah ukloniti

**Figure 4.** Activated shoots from sleeping buds below the grafting site to be removed immediately

96 %-postotni alkohol etanol koristi se za dezinfekciju alata i pribora te plemki i podloga. Dezinficirana vata umače se u alkohol. Jako su važni elastični i dosta široki materijali za učvršćivanje mjesta spoja poput gumica raznih boja (plava, crvena,...), prozirne „streich“ folije širine od 3-5 mm ili bilo kojeg materijala od platna i sl. Sama rafija nije toliko dobra jer nije elastična i može se zbog kasnije nebrige usjeći u drvo, posebno kod vrsta koje imaju vrlo jak radikalni priраст. Treba imati i voćarski vosak iako ga mnogi rasadničari ne koriste jer usporava proces, a ukoliko nije kvalitetan njegova primjena može imati i negativne posljedice. Naime, loš vosak se često raspucava, a na površini koju treba štititi od vlage čini kontra efekt, što je idealno mjesto za mogući ulazak spora patogenih gljiva koje se u uvjetima povećane temperature i vlažnosti ispod voska vrlo brzo razmnožavaju i mogu dovesti do truleži drva. Ako se koristi dobar vosak s njim se premaže gornji vodoravni rez na plemci i materijal za učvršćivanje nakon omatanja i to potpuno, a posebno treba voditi brigu da se voskom zalije i gornji dio na plemci koje je u kontaktu s podlogom, jer je to najčešći mogući ulazak vlage od navodnjavanja, ali i zračne vlage. Odmah nakon cijepljenja jednog kultivara na svaku sadnicu se stavlja etiketa s točnim latinskim imenom kultivara (slika 5.).

Najbolje su bijele etikete zbog manjeg sunčevog zagrijavanja i dulje trajnosti koje su ispisane uz pomoć printerja i softvera za pisanje etiketa. Prednosti printanja etiketa su što na njih stane više informacija i možemo ih kreirati po vlastitoj želji (logo institucije itd.) za razliku ako se po njima piše vodootpornim markerom koji se ima negativne strane zbog lošeg rukopisa pojedinih osoba i brisanja slova nakon izlaganja vlazi i ostalim vanjskim čimbenicima. Najboljim



**Slika 5.** Obavezno stavljanje etikete na svaku sadnicu s točnim latinским nazivom kultivara obavlja se odmah nakon cijepljenja

**Figure 5.** The necessarily labeling of each seedling with the correct latin cultivar name is done immediately after grafting



**Slika 6.** Nožić za tehniku bočnog cijepljenja naoštren samo s jedne strane

**Figure 6.** Knife for side-veener grafting technique sharpened on one side only

se pokazao crni vodootporni marker s ušiljenim vrhom. Sav alat i pribor za cijepljenje trebao bi biti profesionalan i na tome ne treba kod kupnje niti malo štedjeti, jer se neki alati mogu koristiti puno godina. Dobro je da svaka osoba koja cijepi ima svoj vlastiti alat i pribor. Kod cijepljenja je posebno važna čistoća alata i pribora te oštRNA nožića i škara. Nožići za bočno cijepljenje trebali bi biti naoštreni samo s jedne strane, a ne s obje (slika 6.).

Oštrim krakom reže se rez na podlozi i plemci. Neke osobe rade više s lijevom rukom pa na to treba obratiti također pozornost. Ukoliko nožić nije oštar niti sam rez ne može biti oštar i nije ga moguće napraviti u jednom potezu.



**Slika 7.** Prikaz zakrivljene podloge i pravilnog (lakšeg) izvođenja cijepljenja na konveksnoj strani

**Figure 7.** View of the curved rootstock and proper (easier) perform of the grafting on the convex side

Tehnika bočnog spajanja kronološki se izvodi na sljedeći način:

- Uzimaju se podloge i do mjesta spajanja orezuju se primarne grančice ukoliko ih ima. Treba paziti da se ne ošteti kora, a posebno živi dio kore na podlozi.
- S obzirom na debljinu plemke odredi se mjesto spajanja. To je najpraktičnije odrediti uzimanjem u ruke plemku i usporedivanjem s debljinom podloge. Tamo gdje je njihova debljina ista ili približno ista obavit će se cijepljenje.
- Vatom natopljenom u alkoholu podloga se do mjesta spajanja i malo više od toga dezinficira i očisti od moguće prljavštine.
- Najbolje su ravne podloge, jer je na njima najlakše cijepiti s obzirom na stranu. Kod zakriviljenih podloga, cijepljenje je iz praktičnih razloga najbolje obaviti s konveksne strane, a ne s konkavne ili udubljene, jer će se plemka teško spajati (slika 7.).
- Plemku treba doraditi s obzirom na broj pupova i ukoliko ima suhi ili smrznuti vrh onda se taj mrtvi dio reže do zdravog dijela.
- Lončići se pridržavaju između nogu kako bi bili stabilni kod samog cijepljenja. Za zaštitu radnog odijela radnika od prljavštine mogu lončići se mogu omotati PVC folijom ili tkaninom, iako to može ponekad samo smetati. Prije rezanja podloge na palac se stavi tzv. „napršnjak“ (slika 8.) kako bi se radnik zaštitoio od mogućih posjekotina. To se može napraviti od starih kožnih rukavica, rezanjem vrhova tako da svojom dužinom prekrivaju cijeli palac. Drugi način je višestruko omatanje palca gazom,



**Slika 8.** Stavljanje „napršnjaka“ kao zaštita palca od mogućih ozljeda oštrim nožićem

**Figure 8.** Put on of the “thimble” as protection of the thumb from possible injuries with a sharp knife

tkaninom ili tzv. flasterom *Hansaplast*, ali to je puno lošije jer u procesu cijepljenja to mnogim ljudima smeta, posebno kod omatanja mjesta spoja. Zaštita palca od ozljeda je neophodna, jer ozljede ponekad mogu biti vrlo teške zbog oštirine nožića i mogu se dobiti duboke posjekotine koje jako krvare zbog završetka brojnih živaca u prstima. Ujedno napršnjak služi za fiksiranje plemke kod izvođenja reza, a sam rez ide direktno prema palcu.

- Prvo se radi u jednom potezu rez na podlozi koji smo prethodno definirali. Rez se izvodi odozgo prema dolje što je više moguće paralelno s istom stranom stabljike. Nije dobro u gornjem dijelu rez raditi s udubljenjem tj. blago konkavnim nagibom, jer će plemka u tom slučaju loše prionuti uz podlogu. Rezom se skida mrtvi tj. vanjski dio kore i dolazi se do kambija. Prvi rez je najbolje napraviti u jednom potezu u duljini od 3 do 5 cm, nakon čega se radi s donje strane drugi rez tako da se napravi jezičak u koji će naleći plemka. Taj jezičak bi trebao biti otprilike oko 0,5 cm. Kratki jezičci nisu dobri. Ukoliko se napravi kraći jezičak on se može naknadno popraviti s nožićem lagano prema dolje.
- Na plemci se napravi rez istovjetan onom na podlozi, najbolje u jednom potezu, odozgo prema dolje. Plemka mora biti klinasto ušiljena, a to znači kad se dođe do polovice, rez mora ići drastično prema bazi ili donjem dijelu plemke. Sa suprotne strane toga reza napravi se još mali rez od 0,5 cm koji će naleći svojim dijelom na jezičak.
- Omatanje mjesta spoja obavlja se odozdo, pri čemu treba paziti da se počne ispod jezička na koji je nalegla plemka. Prvo treba elastičnu gumicu odozdo fiksirati prstima i napraviti nekoliko prvi jakih namotaja koji se izvode raštežući gumicu do kraja. Slijedi omatanje gumicom po cijeloj dužini mjesta spajanja, na način da se gumica preklapa po polovici širine a ujedno se promatra da plemka s obje strane naliježe na kambijalni dio podloge što je vrlo važno. Omotati treba skroz do kraja pri čemu se zadnji omotaj gumice treba dobiti fiksirati da se gumica ne odvoji i mjesto cijepa oslabi (slika 9.).
- Omatanje se obavlja bez tzv. „napršnjaka“ jer smo komotniji pri samom radu.
- Nakon omatanja vrh reza plemke i gumica se oblažu s voskom koji ima funkciju poticanja kalusiranja i brzeg spajanja provodnih elemenata podloge s plemkom, sadrži određena fungicidna svojstva te sprječava ulazak vode, spora gljiva i mikroorganizama na mjesto spajanja.
- Prije cijepljenja podloga se zalijeva tek kad se supstrat lagano prosuši, a nakon cijepljenja sadnice treba jače zalijavati.
- Ovakav način bočnog cijepljenja ukrasnih kultivara japanskih javora moguće je, u slučaju dobre obučenosti izvesti metodom od samo 4 reza, svaki u jednom potezu.



**Slika 9.** Princip učvršćivanja mjesta spoja podloge i plemke s omatanjem elastičnom guminicom

**Figure 9.** Principle of fixing the junction of the rootstock and scion with the elastic band wrapper

- Svi izbojci koji se aktiviraju ispod mjesta cijepljenja moraju se odmah uklanjati tj. čistiti, najbolje grickalicama ili specijalnim škarama na način da se ne ošteti kora podloge. Cilj je biljne sokove ponajprije usmjeriti u plemku kako bi što prije potjerala. Taj proces se događa zbog različitog fiziološkog stanja podloge i plemke. Snažni biljni sokovi koju usvaja fiziološki aktivna podloga usmjeravaju se na fiziološki neaktivnu plemku. Na slici 10. prikazan je izgled sadnica japanskih ukrasnih javora odmah nakon provedenog cijepljenja.
- Otprilike mjesec dana nakon cijepljenja i čuvanja sadnica u istom grijanom prostoru, ukoliko je plemka potjerala i



**Slika 10.** Sadnice japanskih ukrasnih javora snimljene nakon provedenog cijepljenja

**Figure 10.** Decorative Japanese maples seedlings photographed after grafting

razvili su se listovi, može se načiniti rez da se prevrši podloga. Taj rez se radi nekoliko centimetara iznad mjesta spajanja i pod kutom od  $45^\circ$ , suprotno od plemke kako voda ne bi ulazila u mjesto spajanja. Kad smo sigurni da se plemka dobro primila i počela s intenzivnim rastom, skidamo gumicu i radimo rez na podlozi nekoliko mm iznad samog mjesto spajanja. Nije dobro raditi rez na samom mjestu spajanja, jer se u tom slučaju taj dio može mehanički oslabiti i odlomiti, a s druge strane ne dozvoljava se normalno kalusiranje. Na cijepovima je uvijek vidljivo mjesto spajanja, a vrlo često i sama tehnika spajanja koja se može uočiti do kraja života cijepa. Ponekad se na mjestu cijepa stvara nateknuće zbog izrazitog rasta meristemskih stanica, a to se naziva guka.

- Prema E.N.A. standardu cijep je biljka nastala iz baznog cijepa, na kojoj mladica sa jednogodišnjim vegetativnim porastom produžuje podlogu, te na kojoj su sa mjesta cijepa, nakon dobrog srastanja, skinuti pomoćni materijali korišteni za učvršćivanje. Ili biljka koja je bila povratno orezana do mjesta cijepa, te novim izdancima produžuje podlogu.
- Cijep je nakon toga iznosi iz zaštićenog prostora u vanjske uvijete, ali ne odmah na direktno sunce, već pod djelomičnu umjetnu zasjenu (razna sjenila) ili difuzno svjetlo krošnja velikih stabala. Taj proces se naziva aklimatizacija cijepa.
- Nakon aklimatizacije cijepovi se, ovisno opet o kultivaru, mogu držati na svjetlu i ostaju u istom lončiću do kraja vegetacije.
- Nakon završetka prve vegetacije postoje dvije opcije za daljnji uzgoj cijepa. Prva i skuplja, ali višestruko ekonomski isplativija metoda je presadnja cijepa iz lončića u veći kontejner (volumen veći od 2 litre, npr. C4=volumen 4 litre) i kontinuirana presadnja sve do prodajnih dimenzija prema određenim i prihvaćenim rasadničkim standardima. Kod presadnje treba voditi brigu se ne cijep ne presadjuje odmah u kontejnere velikih zapremina već postupno, što pogoduje uravnoteženom rastu biljke (korijen vs krošnja). Supstrat i gnojivo kojima se pune kontejneri trebaju biti ciljani za pojedini kultivar. Navodnjavanje kapljikama je obvezno, kao i malčiranje površine kontejnera s borovom korom ili pijeskom zbog pojave korova.
- Drugi način je presadnja cijepa na otvoreno u prethodno pripremljena polja u rasadniku, pri čemu treba voditi računa da li se kultivari drže na svjetlu ili polusjeni te o razmaku između biljaka, što opet ovisi o željenoj ili konačnoj visini kultivara, obliku kultivara (stupasti, u obliku uže ili šire vase, viseći, kuglasti, usko ili široko kišobranasti). Ukoliko je jednogodišnja podloga dobro prorasla raspoloživi volumen lončića, nakon cijepljenja cijep se može presaditi u svibnju i lipnju iste godine nakon cijepljenja. Opasnost mogu biti visoke temperature i manjak vlage, pa je po-

trebno obvezno osigurati navodnjavanje. Kod nekih kultivara cijep treba biti usidren s rasadničkim uzgojnim kolcem na način da se omogući lagano gibanje stabljike vjetrom, čime se postiže povećanje promjera debla i njegova stabilnost nakon sadnje na terenu, a ne čvrsto uz samu stabljiku, jer se dobivaju visoke a vitke sadnice bez pada promjera i takve će trebati sidrenje nakon sadnje na terenu.

- Voditelj rasadnika treba voditi brigu o kompletном tehnoškom procesu proizvodnje cijepova, a posebno o trenutku unošenja u zaštićene grijane prostore, određivanju početka cijepljenja za svaki kultivar posebno te vođenje evidencije o postotku primitka pojedinog kultivara. Dobro je evidenciju voditi i po osobi koja obavlja cijepljenje, jer je ono interakcija teoretskog znanja stečenog prethodnim učenjem i proučavanjem literature, vještina i brzina rada koja se stječu ponavljanjem istih operacija, umjetničkim sklonostima za stvaranjem neobičnih oblika cijepljenja, a posebno strpljenja i volje. Rezultati primitka mogu značajno varirati ovisno o osobi koja obavlja cijepljenje. Često su potrebe za takvim osobama u deficitu u odnosu na raspoložive količine podloga za cijepljenje.
- E.N.A. standard koristi šifre za cijepljene mlade sadnice (cijepove) kao što su npr. X/1/0: jednogodišnja cijepljena sadnica; X/2/0: dvogodišnja cijepljena sadnica; X/0/1 jednogodišnja presađivana cijepljena sadnica i X/1/1: dvogodišnja presađivana cijepljena sadnica. Mlade sadnice proizvedene cijepljenjem označene su simbolom 'x' kao prvim. Drugi simbol, nakon 'x', označava broj godina koliko je biljka rasla u mjestu nakon cijepljenja. Treći simbol označava broj godina koliko je cijepljena biljka uzgajana u rasadniku nakon presađivanja ili premještanja iz posude u posudu.

Japanski javori vole plodna, umjereno vlažna i blago kisela tla. Ne podnose jake vjetrove i odgovaraju im sunčani do polusjenoviti položaji. Često se uzgajaju u privatnim vrtovima, posebno onim manjim, alpinetumima ili kamenjarama ili u parkovima. Svojim atraktivnim i raznolikim bojama unose estetiku i život u prostor. Može se saditi u kombinaciji s drugim biljkama, poput grmlja i nižih drvenastih biljka, ali najljepši je kada se sadi pojedinačno, izoliran od ostalih vrsta. Kod odabira mjesta sadnje, najbolje je kultivare zelenih listova posaditi na područja s popodnevnom sjenom, kultivare prošaranih listova na polusjenvitavu područja, a kultivare crvenih listova na područja koja barem pola dana pružaju izravnu sunčevu svjetlost (inače listovi gube prepoznatljivu crvenu boju). Pažnja se mora obratiti i na područje oko debla koje mora biti bez podrasta i bez obrasle trave koja može stablu onemogućiti normalan dotok vode i hranjivih tvari. U slučajevima velikih ljetnih vrućina ili niskih temperatura popraćenih naletima hladnog vjetra, kao posljedica se može dogoditi fiziološka palež lišća. Zalijevanje japanskog javora na vlažnom tlu je najbolje vršiti rano ujutro ili navečer, a u slučaju suhog tla, prvo

se treba osmisliti kako zadržati vlagu u tlu da ne dođe do isušivanja. Neka od rješenja su zastiranje tla ili malčiranje. U Hrvatskoj uspijeva i u mediteranskoj i u kontinentalnoj klimi, na vlažnom i blago kiselom tlu koje ne smije biti prebogato humusom. Također je moguć uzgoj japanskog javora na nepogodnjem tlu, ali tada će biljka izrasti niže od svojeg prosjeka. Vrste koje narastu kod nas su nešto niže od onih koje rastu u japanskim krajevima – od pola metra pa do 3 metra. Japanski javor je pogodan i za uzgoj kao bonsai drvo zbog plitkoga korijenskog sustava i malih zahtjeva za vodom. Za uzgoj u posudama, traži umjereno humusni supstrat, jer će u suprotnom biljka izgubiti neke od svojih prepoznatljivih karakteristika (na primjer crveno lišće). Prednost ovakve sadnje je mobilnost, jer u slučaju prevelike izloženosti suncu, hladu ili vjetru, lako je premjestiti biljku na njoj bolje mjesto u vrtu, kući ili na balkonu. Japanske javore je preporučljivo presadivati svake tri godine (ako je u vrtu), ili svake godine (ako je u loncu ili posudi). U travnju je potrebno japanskom javoru dodati gnojivo s postepenim otpuštanjem hranjivih tvari za kvalitetniji razvoj i rast tipa *Osmocote*. Ponekad je potrebno orezivanje kako bi se spriječile bolesti biljke, a preporučuje se u razdoblju mirovanja vegetacije, to jest kada otpadne lišće. Kod orezivanja, prvo se uklanjuju polomljene i suhe (mrtve) grančice, a potom one koje su viška i koje pretjerano zgušnjavaju unutrašnjost krošnje. Reže se neposredno iznad para pupova. Nakon što ponovno počnu rasti grane, pojave se dva izbojka, od kojih možemo opet jedan ukloniti. Nakon orezivanja, poželjno je na prerezanu površinu nanijeti voćarski vosak. Kod mladih i cijepljenih biljaka, ponekad se mogu pojaviti divlji izbojci na podlozi što je također potrebno ukloniti. Dok se japanski javor zasađen u vrtu ne treba orezivati sve dokle to nije potrebno, japanski javor koji je posađen u loncu ili posudi zahtjeva stalno orezivanje od svibnja do rujna.

## LITERATURA:

- Dirr, M. A., C. W. Jr Heuser, 1987: Reference Manual of Woody Plant Propagation (From Seed to Tissue Culture), Athens, 239 str.
- Jemrić, T., 2007: Cijepljenje i rezidba voćaka. Naklada Uliks, 180 str.
- MacDonald, B., 1986: Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers. Timper Press, Inc. Oregon, USA, 660 str.
- Međedović, S., D. Ferhatović, 2003: Klonska proizvodnja sadnica drveća i grmlja. Safer Međedović, Sarajevo, 216 str.
- Stilinović, S., 1987: Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 455 str.
- van Gelderen, C. J., D. M. van Gelderen, 1999: Maples for Gardens: A Color Encyclopedia. Timber Press, Incorporated, 294 str.
- Young, J. A., C. G. Young, 1992: Seeds of Woody Plants in North America, Portland, 407 str.
- <https://www.vrtlarica.com/uzgoj-japanskog-javora/>
- <http://www.sumins.hr/odjel-rasadnicke-proizvodnje/>

## SUMMARY

The article discusses the importance of decorative Japanese maples in landscaping projects and their great variability. The method of production of seed rootstocks and the side-veneer technique of grafting, which is carried out in protected areas in late winter, are explained in detail. All factors to be considered before, during and after grafting are explained. The article clarifies the codes used in the nursery production of grafted plants and is taken from the standards of the European Nurserystock Association (E.N.A.). This professional paper can serve all nurseries as well as individuals who wish to propagate a particular cultivar of Japanese maples.

---

**KEYWORDS:** **ROOTSTOCK**, scion, side-veneer grafting, grafted plants care, E.N.A. standard

# KOBAC (*Accipiter nisus* L.)

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

Opisano je šest podvrsta, od kojih se nominalna gnijezdi u većem dijelu Europe, dok se *A. n. wolterstroffi* gnijezdi na Sardiniji i Korzici. Naraste u dužinu 28 - 40 cm s rasponom krila 55 - 80 cm, te ima 150 - 320 g težine, pa ga po veličini možemo usporediti sa vjetrušom, a po izgledu s jastrebom. Spolovi su različiti. Ženka je veća od mužjaka, gornji dio tijela joj je tamno pepeljasto sivi, a trbuš svijetao s tamnim poprečnim valovitim prugama. Mužjaka je na gornjem dijelu tijela tamno plavkasto sivi, a trbuš mu je crvenkast s tamnim rđastim poprečnim valovitim prugama. Mlade ptice su odozgo sivo smeđe, odozdo svijetle na grlu i donjem dijelu vrata uzdužno smeđe isprugane, a na trbušu isprekidano poprečno pjegaste. Krila su kratka, široka i tupava s gustim pjegama u obliku pruga. Rep je dug, poprečno prugast s 5-6 crnih pruga i na vrhu ima svijetao rub. Noge su bijedno žute. Kljun je tamno plavkast, a pokljunica je žuta. Vezan je za područja šumske površine koje su ispresjecane livadama i poljima, a susrećemo ga i unutar skupina drveća u naseljenim područjima. Malo gnijezdo od suhog šiblja gradi u šumskim područjima, ponekad i u velikim gradskim parkovima na drveću (najčešće crnogoričnom) uz samo deblj, a zauzima i napuštena gnijezda vrana. Gnijezdi od travnja do kolovoza jedan puta godišnje. Nese 3-5 (7) bijelih jaja s tamnim pjegama, veličine do 40 mm. Na jajima sjedi ženka

oko pet tjedna. Mužjak donosi hranu ženki koja nakon izvaljivanja hrani mладунце. U slučaju da ženka ugne mužjak ne preuzima hranjenje, pa mладunci uginu. Mладunci se osamostale za oko mjesec kada postanu sposobni za letenje, ali se u početku često vraćaju u gnijezdo. Hrani se malim pticama (do veličine droszda), malim sisavcima i velikim kukcima koje lovi u niskom letu tik iznad ili uz živice i grmoliku vegetaciju. Vješto proljeće kroz gusto granje vegetacije na drugu stranu, plašeći male ptice koje sjede unutar vegetacije, nakon čega se naglo diže uvis i odabire plijen na koji se strelovito obrušava.

Rasprostranjen je u Europi, Aziji, te sjevernoj Africi. U Europi je uglavnom stanarica, selice su populacije sa sjevera Skandinavije, dok se populacije iz središnje Europe djelomično sele. Zimovališta europskih populacija nalaze se u južnim dijelovima područja gnijezđenja. Ptice se sele pojedinačno tijekom dana u razdoblju od kolovoza do studenog, te od ožujka do lipnja. Mlade ptice se disperziraju tijekom svibnja i lipnja dalje od odraslih ptica. U Hrvatskoj su evidentirane prstenovane ptice iz Estonije, Finske, Letonije i Rusije koje su preletjele udaljenosti više od 2200 km. U Hrvatskoj je redovita gnjezdarica, preletnica i zimovalica. Kobac je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Slika 1. Ženka kopca

# POPULARIZACIJA HRVATSKE FLORE

## BIJELI SUNOVRAT (*Narcissus poeticus* L., *Amaryllidaceae*)

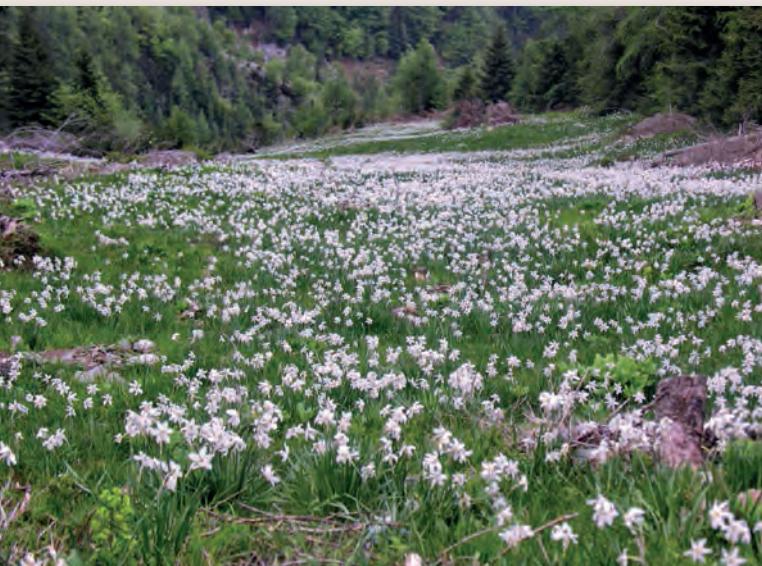
Prof. dr. sc. Jozo Franjić

(= *N. majalis* Curtis, *N. ornatus* Haw., *N. poeticus* ssp. *poe-ticus*, *N. recurvus* Haw., *N. verbanensis* /Herb./ Roem.)

(= zelenkada, jaglјca, lužanja, bokalići, drimnjak, glavobolnik, lužan, ovčica, sunovrat, obični sunovrat, beli narcis)

eng. Pheasant Eye Narcissus; njem. Dichter-Narzisse, Weiße Narzisse; fran. Poet's Narcissus

Bijeli je sunovrat prirodno rasprostranjen u Europi. Često se uzgaja pa se subsponentno širi. Preferira svježa i hrani-



Slika 1–4. Bijeli sunovrat (*Narcissus poeticus* L.).



vima bogata tla. Javlja se od nizinskoga do gorsko-planinskoga područja. Obrašta gorske i planinske livade i pašnjake. Pripada američkom i alpskom flornom elementu.

Stabljika je uspravna, visine 20-30 cm, bez listova. Listovi su linearne oblike, obično su po 3 zajedno, plavozeleni. Cvjetovi su pojedinačni, bijeli, dosta veliki, većinom povijeni i izrazito mirisni. Ocvjeće je tanjurasto, većinom s dugom cijevi i raširenom obodom sa 6 režnjeva, koji mogu biti i pavinuti unazad. U unutrašnjosti cijevi vjenčića nalazi se krunica zvončastoga oblika, režnjevitoga i crvenoga ruba. Plod je tobolac s pretincima i brojnim sjemenkama.

Bijeli je sunovrat trajnica-geofit. Mezomorfna i entomo-filna vrsta. Cvjeta u IV. i V. mjesecu. Medonosna, ukrasna, otrovna i ljekovita biljka.

U hrvatskoj se flori navodi ukupno 14 vrsta i podvrsta roda *Narcissus*. Vrste ovoga roda se od davnine uzgajaju radi mirisnih i lijepih cvjetova te se u uzgoju mogu sresti brojni kultivari.



Slika 5–7. Često uzgajani žuti sunovrat (*Narcissus pseudonarcissus* L.).

## ZAPISI IZ HRVATSKIH ŠUMA (4) OTOK SUŠAC

*Dr. sc. Radovan Kranjčev*

Sušac je najzapadniji veći otok Lastovskog arhipelaga (42 otoka i otočića) i Parka prirode Lastovsko otočje (od 2006. godine). Pripada vanjskim, pučinskim srednjodalmatinskim otocima. Površina mu je tek  $4,6 \text{ km}^2$ ,

visok 239 m, dug oko 4 km, i ima oko 14 km dugu obalnu crtu.

Sušac ima dinamičan reljef. Kao i ostali lastovski otoci građen je od vapnenaca i dolomita. Većina sjevernih



Drvolački mlječika (*Euphorbia dendroides* L.) prevladavajuća je biljka u središnjem dijelu otoka Sušca

obala stjenovita je i strma s visokim strmcima do stotinu metara. U središnjim i gornjim dijelovima tih strmaca lijepo je razvijena biljna zajednica stjenjača, hazmofita, karakteristična za južne dijelove jadranskog sredozemnog područja.

Od svih lastovskih otoka otok Sušac, kako mu to i ime kazuje, ima najmanje oborina godišnje, tj. samo oko 380 mm, pa uz otočje Palagružu ima semiaridno podneblje i najsušniji je otok u Jadranskom moru. Punih šest ljetnih mjeseci na Sušcu ne pada kiša, vlažniji su samo kasno jesenski i zimski mjeseci.

Zbog odgovarajućeg podneblja, velike suše, velike slanosti tla i svega biljnog pokrova, oskudnog tla i snažnih vjetrova, ponajprije juga, većina biljnih vrsta otoka Sušca nosi kserofitna obilježja.

Na Sušcu je dosad zabilježeno više od 200 biljnih vrsta. Tu raste, primjerice, sušački kupus (*Brassica cazzae* Ginzb. et Teyber), snažna biljka s velikim kožastim listovima kojoj je Sušac prvo nalazište, a danas ga znamo i s otoka Palagruže, Sv. Andrije i Kamika. Sušački kupus pretežito raste na klisurastim sjeverozapadnim obalama otoka Sušca.

Upečatljivu, pa i posebnu sliku pruža vegetacija na dijelovima otoka okrenutim utjecaju vjetra juga. Grmolika vegetacija koja inače pripada degradacijskim oblicima primorskih šuma ima posve neobičan izgled. Grmovi smrdljike i drugih vrsta vegetacije gariga ovde su prilegli uz tlo i nisu nigdje viši od 30-50 cm te tako uspješno odolijevaju naletima snažnog juga.

Zbog dugotrajne suše i ostalih značajki podneblja otoka Sušca, na većem dijelu otoka razvijena je oso-



Izgled vegetacije na jugu izloženim dijelovima otoka

bita i za ovaj otok posebno karakteristična biljna zajednica niske šikare divlje masline i drvolike mlječike, As. *Oleo-Euphorbietum dendroides* Trinajstić, 1973. U vrijeme ljetnog mirovanja veći dio njezinih članova odbacuje lišće ljeti i tada postaje listopadna. Po tome postaje slična nekim zajednicama tropskih područja. Međutim, ova biljna zajednica na otoku Sušcu odlikuje se nekim posebnostima. Ponajprije, ona nije razvijena samo na obalnim stijenama nego i u unutrašnjem dijelu, dalje od obalnog pojasa. Nadalje, ističe se siromaštvom pratećih vrsta, a dvije vodeće svoje čine ju kompaktnom, tj. bez većih slobodnih površina.

Karakteristična je biljka ovih ljeti listopadnih niskih do srednje visokih šikara drvolika mlječika (*Euphorbia dendroides* L.), po kojoj je Sušac u biljnom pogledu sličan otočju Palagruža, a takvoj vegetaciji odgovara vegetacija suptropske sjeverne Afrike.

Uglavnom, na toplijim južnim i jugozapadnim dijelovima otoka impresivnu sliku ove guste i teško prohodne šikare možemo doživjeti u rano proljeće kada je mlječika puna svijetlozelena lišća i mnoštva žutih cvjetova, ili krajem proljeća kada su grmovi još lisnati ali im lišće prije padanja poprima sve više i više crvenu boju. Do 2 m visoki i veliki svijetlozeleni kupočasti grmovi imaju promjer do 4 m, a bojom se dobro razlikuju od pretežno sive boje ostalih biljaka. Snažni grmovi mlječike smjenjuju se sa stabalcima divlje masline i mrkim niskim grmovima smrdljike. Malo bliže svjetioniku u jugozapadnom dijelu otoka mlječike je sve manje, a mjestimice uz smrdljiku prevladavaju već početkom ožujka svijetlomodri grmovi procvalog ružmarina.



Tipični izgled sušačke vegetacije u središnjem dijelu otoka Sušca.

U tim središnjim dijelovima otoka koji su okrenuti jugu i jugoistoku pored drvolike mlječike u zajednici je ne odviše brojna i tek 2 – 5 m visoka divlja maslina. Prepoznat ćemo je po tome što su krošnje svih biljaka više ili manje nagnute prema zapadu, u smjeru puhanja najčešćeg vjetra i imaju oblik zastave. Pri dnu su obično šire i gустe, a prema vrhu sužene i ogoljele. Slika ove biljke na otoku Sušcu jedinstvena je na našim jadranskim otocima.

Južno i jugozapadno od opisane zajednice, u smjeru svjetionika, prevladava zajednica ružmarina i tršlje ili smrdljike (*Pistacia lentiscus L.*) s feničkom borovicom – biljke koje u tim dijelovima otoka prave gustu i teško prohodnu ali nisku šikaru. Ona već početkom mjeseca ožujka poprima svijetlomodru boju od prevladavajućeg procvalog ružmarina, kao posebne zanimljivosti u izgledu ovoga krajobraza. Ako ružmarin raste na osami, dostiže visinu preko jednog metra. Sve su biljke prilegle uz tlo, što se posebno vidi u dijelovima bliže svjetioniku, gdje je sve više naoko golog neobraslog tla s razmijerno malim brojem ostalih svojtvi višeg bilja.

Na sjevernim padinama najviših uzvisina Sušca razvijene su čiste vazdazelene šume i makije crnike s mirtom, a čiste šume crnike s divljom maslinom i feničkom borovicom u južnim ponikvama. U vjetro-



Garig ružmarina (*Rosmarinus officinalis L.*) u proljetnom aspektu u južozapadnim dijelovima otoka.

vima zaklonjenoj udolini između Veljeg Grka i Huma razvijena je makija divlje masline i nekolicine drugih sredozemnih vrsta, pa ima izgled prave šume. Alepski bor na Sušcu dolazi samo s nekoliko primjeraka.

Na preostalim zidovima starih sušačkih crkvica obitava značajno naselje pionirskih epilitskih lišajeva (*Lichenes*), vrstama i izgledom vrlo sličnih onima na otočju Palagruža i na otoku Biševu. Prevladava *Roccocella fucoides* Dicks. Česta je i narančasta zdjeličarka (*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (1860)). Postojanje tih organizama upućuje na sličnost podneblja otoka Sušca i otočja Palagruža.

Cjelokupni izgled vegetacije Sušca upućuje na snažno djelovanje vjetra juga, posebno se to vidi po asimetričnim i zastavama sličnim krošnjama divlje masline. Na otoku Velika Palagruža divlja maslina zastupljena je tek s pojedinačnim primjercima. Na otoku Lastovu divlju maslinu slično oblikovanu kao na otoku Sušcu nalazimo tek u maloj populaciji na jugoistočnim dijelovima, ali tamo ne nalazimo drvoliku mlječiku. Vegetaciju ružmarina bilježimo i na otoku Hvaru te otoku Biševu, ali na njima nema tako razvijene vegetacije divlje masline. Zbog svega navedenog, otok Sušac jedinstven je otok u našem dijelu Jadranskog mora.

# RAZMINIRANJE, OBNOVA I ZAŠTITA ŠUMA I ŠUMSKOG ZEMLJIŠTA U ZAŠTIĆENIM I NATURA 2000 PODRUČJIMA U DUNAVSKO – DRAVSKOJ REGIJI - NATURAVITA

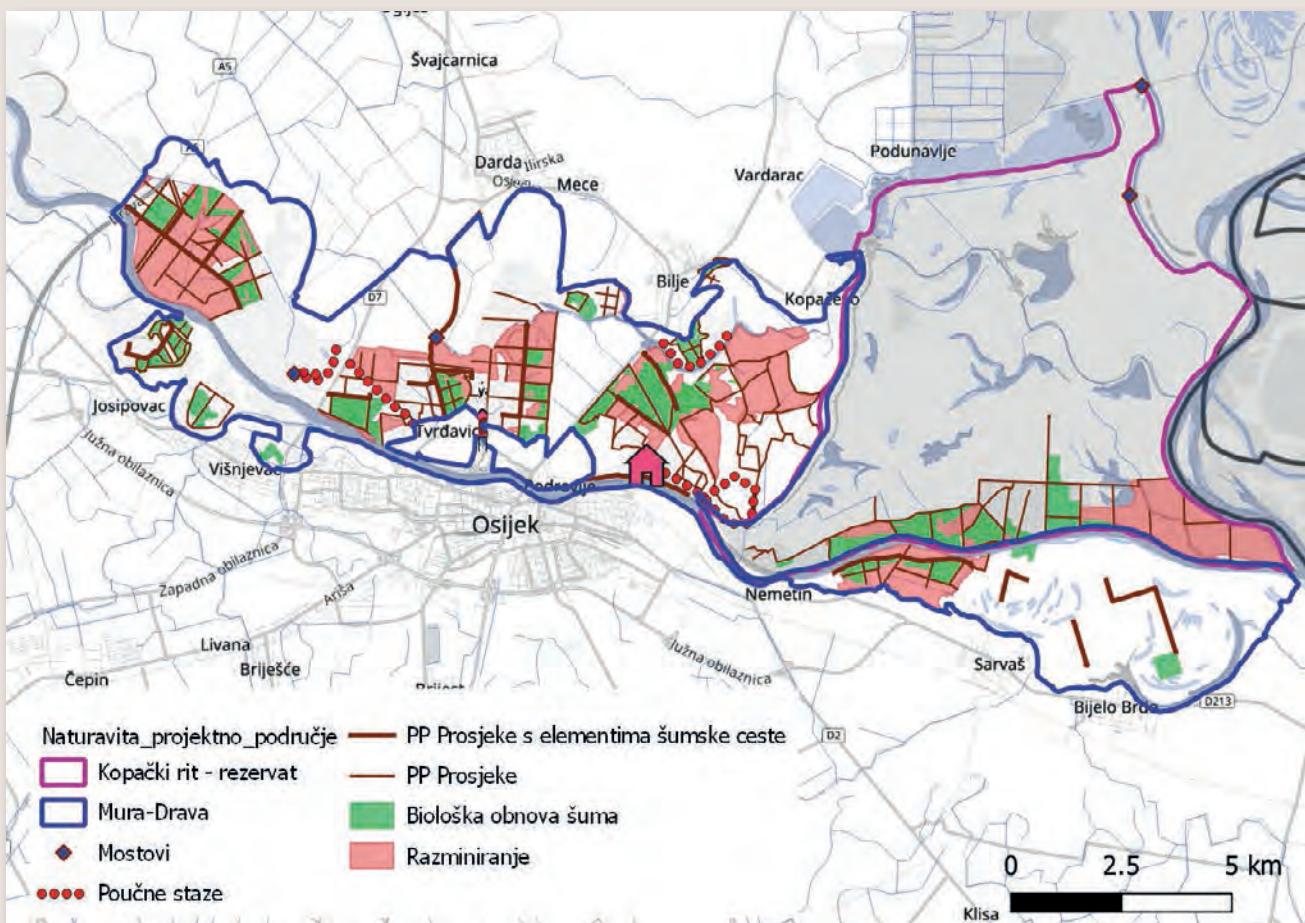
*Mr. sc. Irena Franjić*

Naturavita je jedan od najvećih projekata zaštite prirode u Republici Hrvatskoj, kojega provode Hrvatske šume d.o.o. zajedno s partnerima; Ministarstvom unutarnjih poslova, Hrvatskim vodama, Javnom ustanovom Parkom prirode Kopački rit i Ministarstvom regionalnoga razvoja i fondova Europske unije, a koji se financira iz Europskih strukturnih i investicijskih fondova.

Riječ je o strateškom projektu kojemu je cilj razminiranje, obnova i zaštita šuma, šumskog zemljišta i vodnih resursa. Zbog ratnih djelovanja velik dio šuma i šumskog zemljišta

na projektom području i dalje je onečišćen minsko-eksplozivnim i neeksplodiranim ubojnim sredstvima koja sprječavaju pristup, te sustavno i dugoročno upravljanje ovim prostorom.

Projekt se u potpunosti provodi na području Osječko-baranjske županije te obuhvaća šume i šumska zemljišta u zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže Natura 2000, odnosno dijelove Parka prirode Kopački rit i Regionalnog parka Mura-Drava. Gotovo trećina (28%) Osječko-baranjske županije pokrivena je šumama i šum-



Slika1: karta projektnog područja

skim zemljištem, što čini šumske ekosustave jednim od najznačajnijih resursa u županiji, a šumarstvo tradicionalno važnom gospodarskom granom. Županija obiluje i vodama, od kojih su svakako najznačajnije rijeke Dunav i Drava sa svojim pritokama. Područja uz Dunav i Dravu prostorno su najbogatija šumom, a poplavne šume vrba, topola i hrasta lužnjaka među zadnjima su takve vrste u Europi. Projektno područje izuzetno je bogato biološkom raznolikošću, zaštićeno hrvatskim zakonodavstvom, Ramsarskom konvencijom i dijelom ekološke mreže EU Natura 2000.

Razdoblje provedbe projekta je od 23. lipnja 2015. godine do 23. rujna 2023. godine.

Ukupna vrijednost projekta „Razminiranje, obnova i zaštita šuma i šumskog zemljišta u zaštićenim i Natura 2000 područjima u dunavsko-dravskoj regiji – NATURAVITA“ je 376.786.017,16 kuna. Ukupna vrijednost prihvatljivih troškova je 369.575.711,45 kuna, od čega 85 % odnosno 314.139.54,73 kuna čine bespovratna sredstva iz Koheziskog fonda.

Dugogodišnja zagađenost minama i minsko-eksplozivnim sredstvima dijelova Osječko-baranjske županije koja su zaštićena područja i područja ekološke mreže Natura 2000 donijelo je niz problema:

- Onemogućen siguran pristup djelatnika institucijama koje su zadužene za upravljanje i gospodarenje projektnim područjem.

- Nemogućnost održivog gospodarenja šumama i šumskim zemljištem, što je rezultiralo degradacijom šumskih sastojina i neučinkovitom zaštitom šuma i šumskih zemljišta od požara.
- Onemogućena uspostava cjelovitog sustava za upravljanje ekološkom mrežom Natura 2000 odnosno provedbe planova upravljanja, a što je obaveza RH kao članice EU.
- Na području Parka prirode Kopački rit otežan je nadzor i održavanje kanala važnih za močvarna područja, neučinkovita je protupožarna zaštita, otežano je praćenje voda, flore i faune. U Parku je, također, otežan i nadzor širenja bolesti biljaka i životinja, posebice divljači te kontrola krivolova.
- Nemogućnost održivog upravljanja vodama i o vodama ovisnih ekosustava može dovesti do smanjenja retencijskog kapaciteta poplavnog područja u Kopačkom ritu, što povećava rizik od poplava.
- Nedovoljno je razvijena posjetiteljska infrastruktura, što je dovelo do nedovoljne razine vijesti šire javnosti o bioraznolikosti, značaju održivog upravljanja ekološkom mrežom, šumama, vodama i minskoj opasnosti.
- Značajni dio zaštićenih područja na projektom području danas je izvan funkcije pružanja edukacijskih i rekreativnih usluga.



Slika 2: razminiranje (Foto: MUP RH)



Slika 3: biološka obnova šuma, (Foto: Z. Turniški)

Realizacijom projekta planirano je  $5,97 \text{ km}^2$  šuma i šumskog zemljišta očistiti od mina i minsko eksplozivnih sredstava na području Parka prirode Kopački rit, te  $19,37 \text{ km}^2$  u Regionalnom parku Mura-Drava.

Ovo je do sada prva završena aktivnost projekta. Na razminiranom području pronađeno je i uništeno 5.611 eksplozivnih ostataka rata, od čega je 1.762 protupješačkih

mina, 3.103 protuoklopne mine te 746 komada različitih neeksploziranih ubojnih sredstava.

Kao projektna aktivnost provedet će se biološka obnova šuma na 1.021 ha, što uključuje vraćanje prirodne autohtone vegetacije na ukupno 441 ha šumskih površina koje su sada obrasle alohtonim vrstama (eurameričkim topolama, američkim jasenom, negundovcom, bagremom i



Slika 4: hrast lužnjak (*Quercus robur*), (Foto: Z. Turniški)

dr.). Kroz ovu aktivnost obnovit će se šume koje su onečišćene i oštećene minama, šume u kojima se uslijed ratnih djelovanja nije mogla izvršiti pravovremena obnova i koje su zahvaćene sušenjem i propadanjem. U sklopu ove aktivnosti provest će se pripremni šumsko-uzgojni radovi na 1.021 ha potrebni za uspješnu obnovu šuma, te će se na pripremljenoj površini napraviti obnova sadnjom šumske sadnice: bijele vrbe (*Salix alba*), crne topole (*Populus nigra*), bijele topole (*Populus alba*), hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*). Do sada je biološka obnova šuma s vrstama bijela vrba, hrast lužnjak, poljski jasen i crna topola izvršena na 219 ha ili 21,5 % platinirane površine.

Ovom će se aktivnošću očuvati i zaštititi vlažne i poplavne šume, povećavajući mogućnost zaštite od poplava, a pritom i štiteći divlje životinje.

Jedan od ciljeva je revitalizirati 100 ha poplavnog travnjaka iz sveze *Cnidion dubii* uklanjanjem drvenaste vegetacije. Nakon završetka projekta, održavanje travnjaka nastavit će se redovitom košnjom, što će onemogućiti ponovnu sukcesiju ove rijetke livadne zajednice prema šikari. Time će se, uz revitalizaciju poplavnih travnjaka iz sveze *Cnidion dubii*, uspostaviti i preduvjeti za njihovo daljnje širenje.

Na projektnom području planira se poboljšati protupožarna zaštita šuma obnovom 41,95 ha protupožarnih projekta i osnivanjem 65,22 ha novih protupožarnih projekata. Izgradit će se 33 km protupožarnih projekata s elementima šumske ceste i obnoviti 4 manja mosta. Prilikom određivanja trase budućih protupožarnih projekata s elementima šumske ceste i prilikom njihove izgradnje maksimalno će

se obratiti pozornost na prilagodbu uvjetima postojećeg stanja na terenu i poplavni karakter šumskih staništa na projektnom području. Tijekom obnove postojećih projekata i osnivanja novih protupožarnih projekata na projektnom području, sve aktivnosti prilagođene su uvjetima zaštite prirode koji će se primjenjivati u postupku provedbe projekta. Ovim zahvatom istovremeno ce se ukloniti značajan dio stranih invazivnih biljnih vrsta (npr. *Amorpha fruticosa*), čime će se smanjiti i mogućnost njihova širenja.

Kako bi se uspostavila posjetiteljska i edukacijska infrastruktura, rekonstruirat će se edukacijsko-posjetiteljski centar „Podravlje“ i izgraditi 4 poučno-rekreativne staze ukupne duljine 11 km. S ciljem povećanja svijesti javnosti o biološkoj raznolikosti i minskoj opasnosti, izradit će se edukacijski programi s pratećim edukacijskim materijalom za školsku djecu, studente i ostale interesne skupine.

Povećat će se razina očuvanja kakvoće vode i o vodama ovisnih ekosustava kroz definiranje retencijskih kapaciteta, upravljačkih ciljeva, uspostavljanje i provedbu sustava monitoringa i izradu Studije o revitalizaciji vodenih ekosustava poplavnog područja Parka prirode Kopački rit.

Aktivnostima projekta povećat će se vrijednost općekorisnih funkcija šuma projektnog područja i osigurati siguran pristup posjetiteljima i interesnim skupinama za zaštitu prirode, a ujedno i omogućiti provedbu planova upravljanja zaštićenim područjima, kao i provedbu osnova gospodarenja šumama.



Slika 5: Literatura: <https://naturavita-project.eu/>

# OBIČNA PLANIKA (*Arbutus unedo* L.)

## Biološka, kemijska i gospodarska svojstva

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Pod ovim naslovom iz tiska je izišla brošura napisana na 43 stranice i obogaćena velikim brojem izvrsnih slika. Izdavač je Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Autori su uvaženi znanstvenici izv. prof. dr. sc. Martina Skenderović Bogdanović, Ivan Dlačić, mag. ing. agr., prof. dr. sc. Boris Duralija, doc. dr. sc. Željko Prgomet, dr. sc. Iva Prgomet, doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur i prof. dr. sc. Sandra Voća. U brošuri su navedeni vrlo važni podaci o našoj planici i smatram da je o tome korisno upoznati naše šumare, što se prikazuje u dalnjem tekstu.

U Uvodu se navodi da planika pridonosi bioraznolikosti, njen pridolazak u Hrvatskoj u crnikovim šumama i uz koje vrste. Napominje se da se intenzivno uzgaja u mediteranskim zemljama, a u nas je zapostavljena voćna vrsta. Planika privlači pozornost kao ljekovita, prehrambena, pčelarska i šumska biljka. Autori smatraju da je potrebno provoditi sustavna istraživanja u cilju što boljeg iskorištanja planike. U brošuri su se oslonili na podatke iz jednog domaćeg projekta o planici.

Pod naslovom **BOTANIČKA PRIPADNOST OBIČNE PLANIKE** navode podatke o rodu *Arbutus* L. i pripadajućim vrstama. Navode dvije vrste (obična i grčka-vilinska) koje dolaze u Hrvatskoj i njihov status ugroženosti i zaštite. Slijedi navod rasprostranjenosti obične planike u svijetu i u Hrvatskoj te u kojim šumama u nas dolazi.

**BIOLOŠKA SVOJSVA OBIČNE PLANIKE** je najopširnije poglavlje, obuhvaća 15 stranica. Navode da planiku karakterizira široka genetska, morfološka i fenološka varijabilnost. Slijede opisi pojedinih dijelova. Navode kakav je korijen i kakva mu tla odgovaraju. Planika je grm ili stablo, može doživjeti nekoliko stotina godina, nagnje se prema izvoru svjetlosti. Opisuju list, cvijet i vrijeme cvjetanja. Detaljno su opisali karakteristike ploda i sjemenki te uvjete rasta i razvoja planike.

Slijedi veoma važno poglavlje **KEMIJSKA SVOJSTVA PLODA I LISTA OBIČNE PLANIKE**. Tu ukazuju na vrijednost ugljikohidrata u plodu koji mu daju visoku energetsku vrijednost, a vlakanca su važna za zdravlje. Važna je i 21 masna kiselina, minerali i vitamini C i E. Ističu da plodove planike karakterizira visok antioksidacijski potencijal. List također predstavlja nutritativno važnu sirovinu. Naveden je kemijski sastav listova.

U poglavju **UZGOJ OBIČNE PLANIKE** detaljno su objašnjeni klimatski klimatski uvjeti uspjeha rasta u prirodnim



uvjetima i u uzgoju te kakva joj tla odgovaraju. Zatim upućuju kako se planika razmnožava vegetativno.

Slijedi poglavje **PODIZANJE NASADA OBIČNE PLANIKE**. Tu upućuju kako se priprema tlo za sadnju, na način sadnje. Navode da se u svijetu u posljednjih 10 godina sade nasadi planike zbog sve veće ekonomske isplativosti i interesa za ovom vrstom. To može biti poticaj i našim uzgajivačima. Daju podatke o razmaku i gustoći sadnje, tipu sadnje, položaju nasada i vremenu sadnje. Zatim upućuju na njegu planike u nasadu: rezidba, održavanje tla u nasadu i zaštitu od štetnih organizama.

Vrlo važno poglavje je **GOSPODARSKA SVOJSTVA OBIČNE PLANIKE**. Tu upozoravaju da je planika nedovoljno iskorištena, odnosno podcijenjena voćna vrsta, a može se koristiti u prehrambenoj, farmaceutskoj i kemijskoj industriji, u pčelarstvu, za pošumljavanje, kao ukrasna biljka i u druge svrhe. Važna je i kao sklonište i izvor hrane raznim organizmima poput kukaca, glijiva, ptica i sisavaca. Navedeni su podaci o prehrambenoj i zdravstvenoj vrijednosti listova i plodova planike. Uz navedeno, planika je vrlo značajna vrsta za sprječavanje erozije tla i pomlađivanje šuma nakon požara ili destrukcije. Značajna je kao medenosna i hortikulturna biljka, kora je bogata taninima i koristi se za štavljenje kože. Drvo nalazi primjenu u drvnoj industriji, za izradu ukrasnih predmeta i u druge svrhe.

Sjemenke se mogu koristiti kao mamac za ptice. To upućuje na njenu veliku vrijednost, pa je tako treba i prihvati.

Na kraju je naveden popis od 55 izvora literature. Kod toga je značajno da domaćim autorima pripada 28 izvora literature među kojima su tri diplomski i jedan završni rad. Po tome se može zaključiti da se planici daje značenje i među našim znanstvenicima.

Na samom kraju dati su osvrti dvojice recenzentata. Recenzent prof. dr. sc. Ivica Ljubičić ukazuje da ova brošura predstavlja vrijedno djelo za očuvanje i poticaj uzgoja planike

kao podcijenjene, ali vrlo vrijedne vrste. Drugi recenzent doc. dr. sc. Goran Fruk ukazuje na mogućnost uporabe ploda, lista i drveta planike i njen pozitivan utjecaj u prirodi.

## Zaključak

Iz svega se može zaključiti da su autori brošure ukazali na izuzetnu važnost planike, dali su upute za njezin uzgoj i uporabu i to jasno i cjelovito. Sve navedeno u brošuri može koristiti šumarima i potaknuti ih na njen uzgoj na cijelom našem jadranskom području.

# NEKE ZANIMLJIVOSTI S PUTA U ŠPANJOLSKU

*Prof. dr. sc. Jozo Franjić*

U razdoblju od 2.-6. rujna 2019. godine boravio sam na 28th Congress of the European Vegetation Survey (EVS), Madrid (Španjolska) zajedno s prof. dr. sc. Željkom Škvorcom.

EVS je europska udruga za istraživanje vegetacije koja djeli u okviru svjetske udruge za istraživanje vegetacije IAVS (*International Association for Vegetation Science*) a osnovana je 1991. godine. Kongresi se održavaju svake godine, a najviše ih je dosad održano u Rimu (18). Kongres je održan u Madridu. Na kongresu je bilo 500 sudionika. Glavna tema kongresa bila je Vegetacijska raznolikost i globalne promjene (*Vegetation Diversity and Global Change*). Mi smo sudjelovali s prezentacijom pod naslovom: *Synthetic overview of sandy vegetation of the Pannonic and western Pontic region* (Sintetički pregled pješčarske vegetacije pannonske i zapadno-pontske regije). Iako se radi o najjačem europskom skupu koji se bavi florističkim i vegetacijskim istraživanjima mi smo bili jedini sudionici iz Hrvatske.

Znanstvena izlaganja su održana na Sveučilištu u Madridu puna tri dana od 3.-5. rujna, a na njima je prezentirano ukupno 62 usmena izlaganja, uključujući i pozvana predavanja (3) i 67 postera. Prezentacije su vezane uz staništa biljnih vrsta i njihovo očuvanje, raznolikost tipova vegetacije, povijest vegetacije, vegetacijsku dinamiku i način vegetacijskih istraživanja i analize.

Za vrijeme boravka u Madridu posjetili smo mnoge znamenitosti (Prado, Realov stadion Santiago Bernabéu, katedralu Santa Maria, Plaza de Toros de las Ventas, Puerta del

Sol, Placa Mayor, tržnicu San Miguel, Park Retiro, Madrid's Royal Palace). Isto tako, posjetili smo izuzetno bogate i lijepo botaničke vrtove – Sveučilišni botanički vrt i Real Jardín Botánico Alfonso XIII de Madrid, gdje smo zabilježili mnoge egzotične, endemične i interesantne biljne vrste od kojih su neke prikazane u ovome prilogu (sl. 2-5, 2-20).

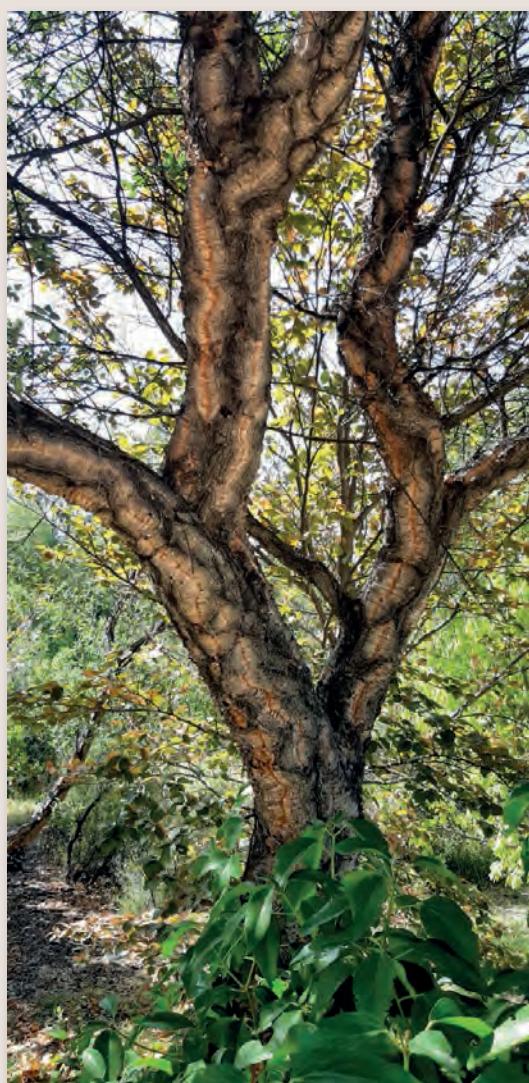
U okviru Kongresa održane su dvije cjelodnevne (6. 9.):

1. Sierra de Guadarrama – sredozemne zajednice visokih planina na metamorfnim podlogama (granit i gnajs) u nacionalnom parku Sierra de Guadarrama. Sierra de Guadarrama jedna je od planina koje tvore Središnji masiv koji dijeli središnju Pirinejsku (Ibersku) visoravan. Najviši vrh je Peñalara (2428 m n. v.)
2. Krajolik na miocenskom koritu u pokrajini Madrid – različite biljne zajednice (sl. 1), od otvorenih šuma hrastova (*Quercus rotundifolia* Lam., *Q. coccifera* L. i *Q. faginea* Lam., usp. sl. 6-8), grmastih stabala na vapneničkim ili gipsastim tlima (sl. 9-10) u blizini sliva rijeke Tajuña (Madrid) i litica u miocenskim sedimentima u blizini lagune El Campillo (Regionalni park, Madrid) raznovrsnim halofitnim zajednicama koje koloniziraju depresije u prirodnom rezervatu El Salobral (Madrid/Castilla-La Mancha).

i jedna poludnevna (4. 9.) ekskurzija u tisućljetni grad Toledo. Toledo je sjedište nadbiskupije, a do sredine 16. stoljeća bio je glavni grad Španjolske i u njemu je stolovao kralj. Nakon toga kralj se seli u Madrid i od tada je Madrid glavni grad.



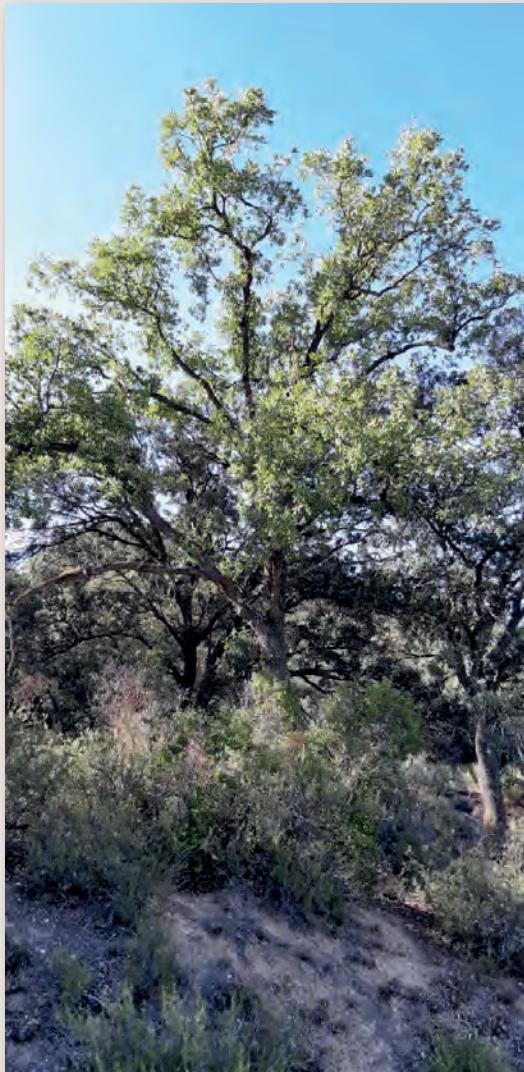
Slika 1. Sudionici ekskurzije u okolini Madrida i Toledo (slana staništa s halofitnom vegetacijom).



Slika 2-3. Hrast plutnjak (*Quercus suber* L., Fagaceae), prije se je dosta uzbajao radi pluta.



Slika 3-5. *Phillyrea latifolia* L. (3), *Ph. angustifolia* L. (4), *Ph. media* L. (5), Oleaceae.



Slika 6-7. Endemični španjolski hrast *Quercus faginea* Lam., Fagaceae.



Slika 8. Endemični španjolski hrast *Quercus rotundifolia* Lam., Fagaceae.



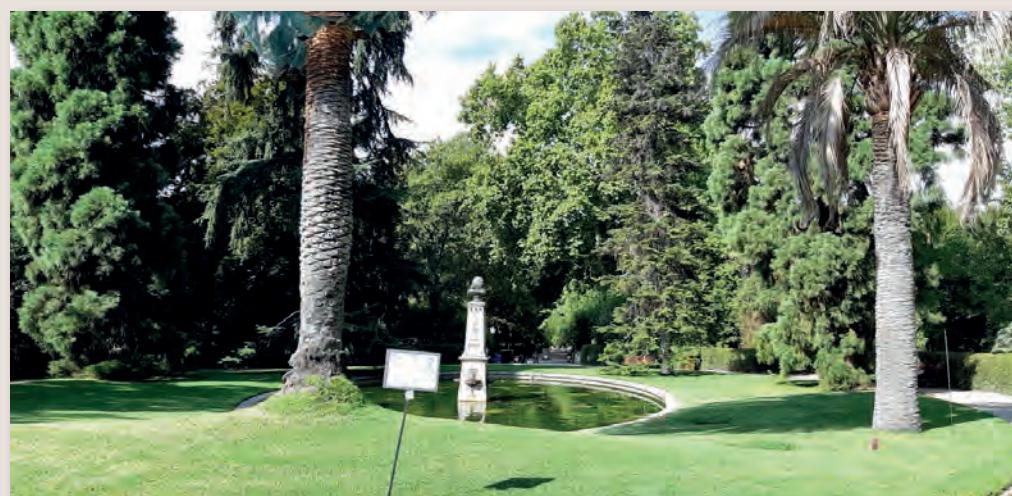
Slika 9-10. Ekstremno suha staništa s gipsom na kojima dominiraju grmovi endemične sjeverno-afričko-pirinejske vrste *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. (= *Spartium sphaerocarpum* L., Fabaceae).



Slika 11. Endemična španjolska jela (*Abies pinsapo* Boiss., Pinaceae) u botaničkome vrtu Real Jardín Botánico Alfonso XIII de Madrid.



Slika 12. Ružičnjak u botaničkome vrtu Real Jardín Botánico Alfonso XIII de Madrid.



Slika 13. Detalj u botaničkome vrtu Real Jardín Botánico Alfonso XIII de Madrid.



Slika 14. *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet, *Podocarpaceae* – japansko-kineska vrsta.



Slika 15. *Firmiana simplex* (L.) W. F. Wight, *Malvaceae*, invazivna vrsta (Kina).



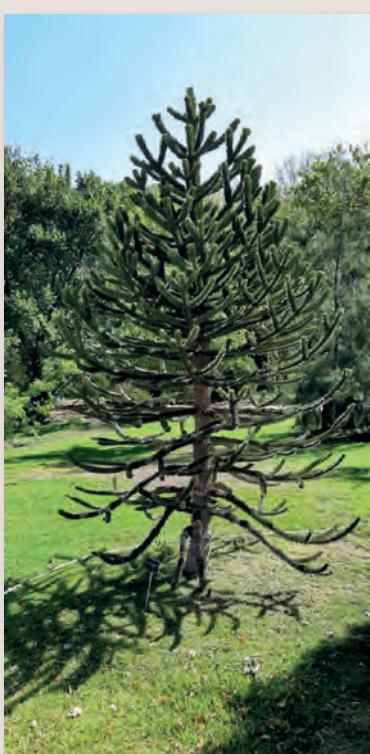
Slika 16. *Casuarina equisetifolia* L., *angustifolia* D. J. Bedford (*Casuarinaceae*), Australija.



Slika 17. *Xanthorrhoea glauca* D. J. Bedford ssp. (*Xanthorrhoeaceae*), Australija.



Slika 18. *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, (*Araucariaceae*), Čile.



Slika 19. *Brachychiton populneus* (Schott et Endl.) R. Br., (*Malvaceae*), Australija.



Slika 20. Najnovije otkrivena četinjača (1995) *Wollemia nobilis* W. G. Jones, K. D. Hill et J. M. Allen, (*Araucariaceae*), Australija.

# 64. SEMINAR BILJNE ZAŠTITE

*Prof. dr. sc. Milan Glavaš*

U Opatiji je od 4. do 7. veljače 2020. godine održan 64. seminar biljne zaštite. Organizator je Hrvatsko društvo biljne zaštite (HDBZ). Suorganizatori su Agronomski fakultet Zagreb, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, CROPA (Croatian Crop Protection Asociacion i JU „Zeleni prsten“ Zagrebačke županije. Pokrovitelji seminara su Hrvatsko predsjedanje Vijećem EU, Ministarstvo poljoprivrede i Akademija poljoprivrednih znanosti. Medijski pokrovitelji su AGROglas i Gospodarski list. Sponzori seminara bile su različite tvrtke (blizu 20) za proizvodnju i distribuciju sredstava za zaštitu bilja koje su izložile i nudile obilje pisanih materijala. S obzirom da je 2020. godina proglašena Medunarodnom godinom biljnog zdravstva, 64. seminar je održan pod motom „Zdravlje bilja za zdravlje ljudi“. Seminaru je nazočio velik broj (oko 700) domaćih i stranih sudionika.

Protokol svečanog otvaranja seminara vodila je predsjednica HDBZ prof. dr. sc. Jasmina Igrc Barčić. Uz pozdrave i riječi dobrodošlice detaljno je govorila o sadašnjem stanju zaštite bilja u Hrvatskoj i svijetu. Uz predsjednicu skup su pozdravili i uvaženi gosti. Nakon otvaranja početak rada seminara započeo je dodjelom nagrada i priznanja pojedinima i tvrtkama i studentima – agronomima. Nakon svečanog otvaranja i kraćeg odmora strani stručnjaci (iz EU i UN), u ime Ministarstva poljoprivrede, iznijeli su važne stavove vezano za sigurnost hrane i zdravlje bilja na EU i nacionalnoj razini.

Sljedeća dva dana rad seminara se odvijao putem izlaganja referata (30 agronomskih i 14 šumarskih), panel rasprava, poster sekcija i dva okrugla stola. Na okruglom stolu „Kako zaštiti kulture u zaštićenim područjima prirode“ uveliko se raspravljalo o ugroženosti i zaštiti šumskih područja. Vrlo značajna objašnjenja i odgovore na pitanja na tu problematiku dao je naš kolega Darko Pleskalt. Poseban prikaz daje se o radu šumarske sekcije.

## Prikaz rada Šumarske sekcije

Šumarskoj sekciji nazočilo je preko 50 sudionika. Među njima bilo ih je sedam iz Slovenije, tri iz Bosne i Hercegovine, oko 20 iz raznih ustanova u Hrvatskoj. Najveći broj prisutnih (25) bio je iz Hrvatskih šuma d.o.o. i to 4 iz Uprave i 21 iz UŠP-a. Materijale za 14 šumarskih referata priredila su 32 autora i koautora (iz Slovenije 7, iz Bosne i Hercegovine 2, Hrvatskih šuma 5, Hrvatskog šumarskog

instituta 7, Šumarskog fakulteta 8, Medicinskog fakulteta 1, HAPIH-Centar za zaštitu bilja 1 i HŠD 1). U 14 šumarskih referata govorilo se o najnovijoj problematici i saznanjima o invazivnim vrstama, zaštiti reproduksijskog materijala u rasadnicima, žiru hrasta lužnjaka, hrastovoj mrežastoj stjenici, feromonskim mamcima, gljivama na bukvama, hrastu i borovima, azijskoj strizibubi, zdravstvenom stanju šuma u Bosni i Hercegovini i u nas. Poslije izlaganja bile su značajne rasprave. O tome slijedi kratak prikaz.

U prvom izlaganju ukazalo se na štetnost i opasnost invazivnih biljnih i životinjskih organizama. Kao primjer navedena je gljiva na jasenu i hrastova mrežasta stjenica i još nekoliko vrsta o kojima su iznijeti važni podaci. Slijedilo je izlaganje o zaštiti sadnog materijala od sjemena do gotovih sadnica. U trećem izlaganju govorilo se o DNA barkodiranju karantenskih štetnih organizama bilja. Izneseni su podaci što se na tome radi u Hrvatskom šumarskom institutu. Vrlo značajni podaci izneseni su o osjetljivosti hrastovog žira na gubitak vlage i temperaturu skladištenja. Upozorenje da žir tijekom skladištenja zbog navedene osjetljivosti treba posebnu pozornost usmjeriti na oscilaciju vlage u žiru i temperaturi skladištenja. Ispravnim postupcima smanjuje se udio patogena na i u žiru.

Kolege iz Bosne i Hercegovine su vrlo jasno ukazali na sadašnje stanje šuma na što utječu brojni čimbenici, npr. šumski požari, klima, defolijatori (govorili su o glavnim vrstama) među kojima su značajne i invazivne vrste kukaca, gljive i drugi čimbenici. Naglasili su da svi negativni činitelji utječu na degradaciju šuma u ekološkom i ekonomskom pogledu.

Kolege iz UŠP Koprivnica ukazali su na mogućnost monitoringa uz pomoć satelitskih snimaka hrastove mrežaste stjenice. Naveli su njene domaćine (9 vrsta). Izneseni su detaljni podaci o monitoringu. Kolega iz HŠI ukazao je da se u šumama u Hrvatskoj provodi nadzor nad 15 štetnika koji su opasnost za naše šumske ekosustave. Upozorio je na potrebu eradicacije štetnika. Djelatnici HŠI provode pregledne, postavljaju feromonske klopke i uzimaju uzorke nad kojima provode laboratorijske analize.

Slijedio je referat o gljivama na bukvama u Parku prirode Papuk. Utvrđeno je 14 vrsta gljiva. Navedene su i vrste za koje je utvrđen DNA barkod.

Značajno izlaganje bilo je o tome kako se hrastov pomladak štiti od pepelnice. Djelotvorni ekološki pripravci bazi-

rani su na ekstraktima biljaka. Izneseni su podaci o novom preparatu, fungicid AQ-10, koji sadrži konidije jedne gljive koja parazitira pepelnici. To je do sada dokazano djelotvoran preparat u zaštiti od pepelnice.

Kolege iz Slovenije iznijeli su rezultate o ulovu osmerozubog smrekovog potkornjaka s pet vrsta komercijalnih feromona. Utvrđivali su koji je feromon najbolji za ulov tog potkornjaka, a da ujedno ima najmanji utjecaj na njegove prirodne neprijatelje. U drugom referatu ukazali su na prisutnost štetne gljive *Lecanosticta acicola* na vrstama borova u Sloveniji. Za očekivati je da će se ta gljiva pojaviti i na borovima u Hrvatskoj.

Vrlo detaljni podaci izneseni su o važnosti monitoringa populacije sitnih glodavaca. Monitoring je obavljen u posljednje tri godine u velikom broju šumarija. Izneseni su podaci o ulovljenim miševima (preko 80%), voloharicama i nedeterminiranim jedinkama (2-3%) i štetama koje ti organizmi rade na kori mladih biljaka i korijenu pomlatka.

Veoma je važno saznanje o prvom nalazu azijske strizibube na američkoj borovnici u nas pokraj Biograda na moru. U tijeku je određivanje novog demarkantnog područja i provođenje mjera zaštite s ciljem iskorjenjivanja i daljnog širenja ovog štetnika. Potreban je monitoring radi pravodobnog otkrivanja mogućih novih zaraza.

U posljednjem referatu izneseni su podaci o povijesnoj vrijednosti šume Jasikovac u Gospiću, njenom značenju za ljude, ugroženosti oslabljenih stabala koja su podložna štetnim biotskim i abiotskim utjecajima. Velika oštećenja stabilim nanijela je tuča u lipnju 2019. godine. Oštećena stabla su u opasnosti. Upozorenje je da bi trebalo poduzeti sve mjere kako bi se ta šuma sačuvala.

## Zaključak

Na 64. seminaru domaći stručnjaci su iznijeli 11 referata, slovenski 2 i bosansko-hercegovački jedan. U izlaganjima su obuhvaćeni problemi s invazivnim i karantenskim organizmima. Ukazalo se na monitoring na hrastovu mrežastu stjenicu i sitne glodavce, date su upute za zaštitu žira i sadnog materijala, posebno od hrastove pepelnice. Date su upute o važnosti odabira ispravnog feromona za ulov osmerozubog smrekovog potkornjaka. Izneseni su rezultati o utvrđenim gljivama na bukvici i borovima. Od velikog je značenja da je azijska strizibuba utvrđena na novom domaćinu – američkoj borovnici. Dan je cijeloviti prikaz o zaštiti šume Jasikovac u Gospiću i za sve šume u Bosni i Hercegovini. Nakon izlaganja slijedila je rasprava slušatelja i izlagачa. Sve navedeno govori o korisnim saznanjima o rješavanju zaštitarske problematike šuma, a to je ujedno opravdanje sudjelovanja svih na ovome seminaru.

# IZLOŽBA ŠUMA OKOM ŠUMARA U BRUXELLESU

*Silvija Zec, dipl. inž. šum.*

Već su pune 22 godine prošle otkako je Hrvatsko šumarsko društvo, odnosno njegov bjelovarski ogrank, postavilo prvu izložbu nazvanu „Šuma okom i rukom šumara” u Gradskom muzeju u Bjelovaru.

Za postojanje te izložbe koja se održava svake godine povodom Dana hrvatskoga šumarstva 20. lipnja, zaslužni su ponajprije Željko Gubijan, tada revirnik u Šumariji Vrbovec, i Milan Presečan Arvay, tadašnji, predsjednik bjelovarskog ogranka Hrvatskog šumarskog društva – obojica veliki zaljubljenici u fotografiju i idejni začetnici izložbe. Organizacija Bjelovarskog salona fotografije danas je najvažnija aktivnost Hrvatskoga šumarskog društva, odnosno njegova ogranka Bjelovar. Na opstojnosti izložbe svesrdno su radili te je podržavali svi dosadašnji predsjednici bjelovarskog ogranka.

Od njezinih početaka kada je to bila samo lokalna amaterska izložba fotografija, izložba je dobivala na značaju. 2004. godine akademski slikar Dubravko Adamović, tadašnji ravnatelj Gradskog muzeja, predložio je uvođenje stručnog ocjenjivačkog suda, a izložba je dobila novi naziv: Bjelovarski salon fotografije „Šuma okom šumara”.

Utvrđena su pravila natječaja i ocjenjivački sud koji odabire fotografije koje se izlažu u okviru salona te proglašava najbolje fotografije i za njih dodjeljuje nagrade. Dobitnik glavne nagrade salona „Grand Prix” ostvaruje pravo na samostalnu izložbu.

Od 2006. godine izložba postaje međunarodni umjetnički događaj, jer svojim radovima sudjeluju i šumari iz susjednih zemalja.

Svaki salon popraćen je vrijednim i bogatim katalogom i plakatom, za čiji je dizajn zaslužan akademski slikar Antun Krešić.

Tijekom proteklih 15 godina izložba je gostovala i gostuje u brojnim gradovima diljem Hrvatske.

Godine 2009. izložba je prvi put prešla granice Hrvatske, kada je 110 fotografija s prvih pet bjelovarskih salona izloženo u Helsinkiju (Finska) pod nazivom „Šuma okom hrvatskih šumara”.

Najveći uspjeh postignut je 2011. godine, kada je izložba postavljena u New Yorku zahvaljujući inicijativi tadašnjeg Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva Republike Hrvatske i Hrvatskog šumarskog društva. Upravo na prijedlog Republike Hrvatske, Opća skupština

UN-a donijela je rezoluciju kojom je 2011. proglašena Međunarodnom godinom šuma.

U godini u kojoj hrvatsko šumarstvo obilježava 255 godina organiziranoga šumarstva (osnovane prve tri šumarije na području Hrvatske, od kojih jedna postoji i danas), nakon izlaganja u Finskoj 2009. i New Yorku 2011., izložba je predstavljena i u Bruxellesu, povodom hrvatskog predsjedanja Vijećem Europske unije.

Izložbu je 6. veljače 2020. godine u prekrasnom prostoru zgrade Europa Building otvorio veleposlanik Goran Štefanić, zamjenik stalne veleposlanice RH pri EU. U govoru je istaknuo tradiciju održivoga gospodarenja šumama u Hrvatskoj; 47% površine RH su šume i šumska zemljišta koja se odlikuju prirodnošću i velikom bioraznolikošću. Sve ovo rezultat je dobrog gospodarenja i duge tradicije šumarstva u RH.

Predstavljajući izložbu, veleposlanik Štefanić je istaknuo kako su šumari fotografi-amateri ovom izložbom željeli razbiti predrasude o šumaru koji hoda šumom samo s pilom i sjekiriom te predstaviti javnosti rad šumara i šumu, najveće prirodno obnovljivo bogatstvo hrvatskog naroda. Izložba sve ove godine doprinosi promociji šuma kao jednoga od





najsloženijih ekosustava koji za cijelokupni život na zemlji ima neprocjenjivu važnost. Stoga je veleposlanik zahvalio šumarima na svakodnevnoj brzi za ovaj vrijedni ekosustav, čiju su nam ljepotu i vrijednost uspjeli fotografijama približiti. Ideju za predstavljanje izložbe u Bruxellesu pokrenuli su Tomislav Tojčić, attaché u Stalnom predstavništvu RH pri EU te Silvija Zec, predsjednica Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Realizirali su je zajedno s ostatim članovima hrvatske radne skupine Vijeća EU za šumarstvo, u koordinaciji s kolegama iz HŠD Ogranak Bjelovar, Stalnom misijom RH pri EU te uz veliku pomoć Glavnog tajništva Vijeća EU. U ime Glavnoga tajništva Vijeća EU nazočnima na otvaranju obratio se Reijo Kemppinen, direktor uprave za komunikacije i informacije, izrazivši veliko zadovoljstvo što se ovom izložbom predstavlja važnost šumskih ekosustava. Osim članova radne skupine iz svih država članica Europske unije, otvorenu izložbu nazočili su članovi predstavnici hrvatske misije u Bruxellesu, djelatnici Glavnoga tajništva Vijeća EU i Europske komisije te idejni začetnik projekta, Željko Gubijan i predsjednica HŠD ogranka Bjelovar Martina Pavičić. Nakon otvaranja, izložba je predstavljena i u Atriju zgrade Vijeća EU (Justus Lipsius).

A green-themed invitation card for an exhibition. At the top, there are two framed photographs: one showing a forest scene with a person sitting among trees, and another showing a person sitting on a rocky outcrop overlooking a valley. Below the photos, the logo for the Croatian Presidency of the Council of the European Union (EU 2020 HR) is displayed, along with the text: "Hrvatska predsjednica / Croatian Presidency of the / Vijeće Evropske Unije / Council of the European Union". The main text on the card reads: "Ambassador Goran Štefanić, Deputy Permanent Representative of Croatia to the EU, warmly invites you to the opening ceremony of the exhibition". Below this, it says: "‘Forest in the Forester’s Eye’". The date and time are listed as "Thursday, 06 February 2020 at 13:00, 10th floor EB". A note at the bottom states: "Exhibition will be available for two weeks at Jt. Atrium". At the bottom, there is a graphic featuring a stylized eye with the text "ŠUMA OKOM ŠUMAR" around it.

# ALPE ADRIA 2020. GODINE

*Hranišlav Jakovac, dipl. inž. šum.*

Prema rasporedu, domaćin ovogodišnjeg susreta šumara Alpe Adria (Italija, Hrvatska, Slovenija, Austrija) bila je Italija – Sappada 21-22. veljače 2020. godine. Sappada je malo planinsko naselje u regiji Veneto uz granicu s Austrijom na 1251 m n.v. s oko 1350 stanovnika. To je turističko naselje pogodno za aktivni turizam s dobrom zdravstvenom (termo mineralne vode, naftalen, estetska kirurgija, dermatologija, medicinski velnes) i gastro ponudom. U ljetnoj sportskoj ponudi tu je planinarenje, biciklizam, rafting, jahanje i golf, a u zimskoj relativno malo skijalište sa 20 km staza na dva lokaliteta (staze se spuštaju od 2200 m n.v. do samog naselja). Posebnost skijališta je zabavni park Nevelandia pogodan za obitelji s djecom gdje se može sanjati i učiti skijati. Uz alpsko skijanje tu je i oko 40 km staza za nordijsko skijanje (skijaško trčanje i biatlon).

U petak prvog dana susreta, odmah nakon dolaska ekipa (Italije, Hrvatske, Slovenije i Austrije - ukupno 7 ekipa), u 14 sati startale su alpske štafete. Za razliku od klasične štafete alpska štafeta sastavljena je od dva trkača i jedanog veleslalomaša (miješano po želji žene i muškarci). Posebno je zahtjevna staza drugog trkača, koji mora štafetu preuzeti od prvog trkača te trčeći iz podnožja staze predati je na startu veleslalomašu. Nastupile su 24 štafete – rezultati se pretvaraju u bodove (od 100 na niže), koji na kraju svih natjecanja određuju rezultat eklipe. Štafeta Hrvatska 1 (Mladen Šporer, Goran Prelac, Siniša Arh) osvojila je 6. mjesto; Hrvatska 2 (Neven Vukonić, Goran Bukovac, Branko Starčević) 16. mjesto; Hrvatska 3 (David Crnić, Lovro Stipani-

čić, Dražen Abramović) 19. mjesto; Hrvatska 4 (Denis Štimac, Boris Kezele, Dario Cenčić) 23. mjesto. Drugog dana slijedilo je natjecanje u biatlonu i veleslalomu. U biatlonu klasičnim načinom trčanja kod žena: Silvana Skender osvojila je 2., a Andrea Ribić 3. mjesto. Kod muškaraca Denis Štimac osvojio je 7., Goran Bukovac 9., Tomislav Kranjčević 12. i Lovro Stipaničić 13. mjesto. Slobodnim načinom trčanja kod žena: Tijana Grgurić osvojila je 6., a Marija Gubić 8. mjesto. Kod muškaraca Mladen Šporer osvojio je 2., Neven Vukonić 5., Goran Prelac 7. mjesto. U veleslalomu za žene – starosna kategorija - rođene prije 1989. god.: Adelita Arh osvojila je 19., Tihana Šporčić 11., Tijana Grgurić 13., Višnja Osmak 14., Nevena Zrnić 15., Biserka Marković 16. i Kristina Herljević 18. mjesto. Kod muškaraca – starosna kategorija – rođeni 1994.-1965.godine: David Crnić osvojio je 12., Siniša Arh 13., Goran Bukovac 14., Branko Starčević 15., Sanji Pršle 16., Boris Bukovac 17., Goran Prelac 20., Neven Vukonić 21., Marko Švast 22., Adrian Volf 23., Lovro Stipaničić 25., Dario Cenčić 26., Tomislav Kranjčević 27. i Marin Skender 29. mjesto. Kod veterana rođenih 1964. godine i prije, Boris Kezele osvojio je 5. mjesto. Rezultati natjecateljica i najecatelja koji su se takmičili i u biatlonu i u veleslalomu spajaju se u tzv. Kombinaciju – tu je kod žena Tijana Grgurić osvojila 5. mjesto, a kod muškaraca Neven Vukonić 5., Goran Prelac 7., Goran Bukovac 16., Tomislav Kranjčević 20. i Lovro Stipaničić 21. mjesto. Kada se svi rezultati preračunaju u bodove: hrvatske štafete osvojile su 75 bodova, hrvatski natjecatelji/ce u biatlonu 480 bodova i





Slika 3. Hrvatska ekipa na susretu Alpe -Adria 2020. godine



Slika 4. Start štafeta



Slika 6. Tijana Grgurić i Marija Gubić prije starta



Slika 5. Spremni za start – N. Vukonić, D. Štimac i M. Šporer



Slika 7. T. Grgurić na cilju veleslaloma



Slika 8. Na postolju – S. Skender 2. i A. Ribić 3. mjesto



Slika 10. Etnografski muzej

u veleslalomu 332 boda, što je ukupno 887 bodova, čime je hrvatska ekipa između 7 ekipa ( 6 + ekipa policije Provincije Beluno) osvojila 4. mjesto.

Osim natjecanja, prema uobičajenom programu, u petak je organizirana zajednička večera i druženje ekipa uz glazbu, dok je u nedjelju bio predviđen individualni program i oko 14 sati povratak kući. Jedan dio hrvatske izabrao je skijanje, a ostali obilazak Etnografskog muzeja.

(Foto. Oliver Vlainić)



Slika 9. Najuspješniji – Mladen Šporer 2. mjesto



Slika 11. Detalj iz muzeja



Slika 12. Oliver Vlainić – zapis u Knjigu utisaka

# STRUČNO-TURISTIČKA EKSKURZIJA U ČEŠKU

*Vlainić Oliver, dipl. ing. šum.*

**Članovi Upravnog i Nadzornog odbora** Hrvatskoga šumarskog društva posjetili su Češku Republiku od 7. do 9. studenoga 2019., a na povratak 10. studenoga i Republiku Austriju. Ekskurziju je organizirala središnjica HŠD-a uz veliki operativni angažman tajnika mr. sc. Damira Delaća i pomoć u stručnom dijelu akademika Igora Anića. Dio članova oba odbora bio je spriječen za putovanje, a dio je poslao zamjene te su 33 putnika krenula na put. Polazak je bio iz Zagreba 6. studenoga navečer autobusom Šumarskog fakulteta. Nakon noćne vožnje, ujutro **7. studenoga** stigli smo u češko mjesto **Obecnice**, sedamdesetak kilometara istočno od Plzna. Cilj posjeta bila je jedna organizacijska jedinica državnog poduzeća Vojne šume i posjedi Češke Republike (VLS), posebne organizacije osnovane od strane Ministarstva obrane Češke Republike za upravljanje državnim šumama i zemljištima u postojećim i ukinutim vojnim područjima za obuku. Domaćini su bili kolege šumari iz **Podružnice Horovice**, dr. sc. Martin Chytrý, dipl. ing. šum. i **Šumarije Obecnice**, upravitelj Václav Pernegr, dipl. ing. šum. (slika 1.) Godinu ranije ugostili smo u Hrvatskoj njihovu ekskurziju koja je imala priliku obići šume od okolice Zagreba do Istre. Nakon pozdrava s domaćinima, obišli smo dvorište upravne zgrade šumarije u kojem se nalazi i hladnjača za divljačinu. Upravna zgrada je povijesna šumarska zgrada iz vremena Prve češke republike (1918. – 1939.), a njena obnova završena je u lipnju 2019. U primjeru zgrade uređen je centar za posjetitelje koji je ujedno Šumski edukativni centar i Turistički informativni centar. (slika 2.) Posjetitelji se u njemu mogu upoznati s korisnim

informacijama o šumi, prirodi, arhitekturi, radu šumara i povijesti šumarstva te povijesti samog poduzeća Vojne šume i posjedi. Posebno nam je upala u oči stara karta područja s ucrtanim simbolima za šumu iz 1748. godine. Centar služi i za šumsku pedagogiju te ga posjećuju školska djeca. Od centra vodi Šumska poučna staza Klobouček (Šešir) dužine 7 km s 12 stajališta koja poučavaju o trenutnom upravljanju šumama, prirodi brdskog područja Brdy, povijesti regije, kao i aktualnoj temi borbe protiv klimatskih promjena. Na stajalištima su postavljene poučne ploče, a dio njih je na monolitima izrađenim od konglomerata, što je karakterističan mineral srednjočeških planina. Domaćini su nam u prostorijama centra pripremili doručak. Dok smo se mi krijeplili hranom i pićem upoznali su nas sa svojim poduzećem. **Vojne šume i posjedi (poljoprivredna gospodarstva) Češke, s.p. (Vojenské lesy a statky ČR, s.p., skraćeno VLS)** su posebna organizacija koja djeluje u sadašnjim i nekadašnjim područjima za obuku vojske. Prvo područje uspostavljeno kao vojno područje, Milovice u središnjoj Češkoj tada u sklopu Austro-Ugarske monarhije, datira iz 1905. godine. Nova vojna područja osnivana su do Drugoga svjetskog rata u sklopu Čehoslovačke, a još više nakon njega u vremenu sovjetske dominacije Čehoslovačkom. Prva institucija koja se može smatrati pravnim prednikom VLS-a postoji od 1924. godine. Podjelom Čehoslovačke 1989. godine na Češku i Slovačku nastaju Vojne šume i posjedi Češke Republike. Poduzeće upravlja sa 126 tisuća ha šumskog zemljišta, što je 5 % šumskog zemljišta u Češkoj. Posljednjih godina



Slika 1. domaćini iz poduzeća Vojne šume i posjedi - lijevo Václav Pernegr i desno dr.sc. Martin Chytrý



Slika 2. zgrada Šumarije Obecnice i edukativno-turističkog centra



Slika 3. obilazak šumske poučne staze

proizvodnja drvnih sortimenata kretala se između 1,1 i 1,7 milijuna m<sup>3</sup>, što čini poduzeće jednim od najvećih proizvođača u Češkoj. Polovica proizvodnje prodaje se preko ugovora, a polovica preko licitacija. Obnova šuma godišnje se obavlja na oko 2-3 tisuće ha, od čega je prirodna obnova na 10-20 % te površine. Poduzeće također upravlja sa 70 tisuća ha poljoprivrednog zemljišta, a bavi se i lovom i ribolovom. Sjedište poduzeća je u Pragu, a poduzeće je podijeljeno u šest podružnica (Hořovice, Horní Planá, Karlovy Vary, Mimoň, Plumlov i Lipník nad Bečvou) s 23 šumarije (šumske uprave). Ima i Odjel poljoprivredne proizvodnje te Upravu šumskih rasadnika. Rasadnici godišnje proizvedu oko 9 milijuna sadnica, 6 milijuna crnogoričnih vrsta i 3 milijuna bjelogoričnih vrsta. Poduzeće posjeduje PEFC certifikat. Budući su područja kojima upravlja VLS dobrim dijelom bila duže vrijeme izuzeta od intenzivnih ljudskih aktivnosti i turizma, na njima se danas nalaze brojna zaštićena prirodna područja i područja ekološke mreže.

**Podružnica Horovice** nalazi se u središnjem dijelu pokrajine Češke (Bohemije). Preko svojih šest šumarija upravlja s ukupnom površinom od 29 tisuća ha, a od toga je nešto manje od 28 tisuća ha šumsko zemljište, 236 ha poljoprivredno zemljište, 185 ha vodene površine te 6 ha izgrađeno područje. Vojnom području Brdy 2016. godine ukinut je status područja za vojnu obuku, a to je najveći kompleks kojim upravlja Podružnica Horovice s oko 25 tisuća ha. Područje je proglašeno zaštićenim krajobrazom. Podružnica posjeduje svoje kamenolome i ribnjake.

Nakon odmora krenuli smo autobusom u terenski obilazak. Provezli smo se pokraj akumulacije Obecnice i odvezli se u šumski kompleks Brdy. Nakon izlaska iz autobusa upravitelj

šumarije Obecnice Václav Pernegr poveo nas je u obilazak dijela šumske poučne staze. (slika 3.) Obišli smo stajališta šumskog bunara, prostora ispod nekadašnje lugarnice s većim brojem raznolikih vrsta drveća (javori mljječ i klen, velelinša lipa, divlja trešnja, gorski jasen, hrast kitnjak, obični bor, jela i smreka), mjesto nekadašnjeg paljenja drvenog ugljena te se popeli na vrh Klobouček (705 m n. v.) odakle smo se spustili natrag do autobusa, gdje je stajalište koje ukratko opisuje povijest područja i šumarstva u njemu. Putem nam je domaćin objašnjavao stanje šumskih sastojina, a povela se i stručna rasprava. Vidjeli smo ograđene i neogradijene dijelove šume s prirodnom i umjetnom obnovom bukve, smreke i ariša, zaštićene mlade biljke s repelentima radi odbijanja divljači protiv odgrizanja vrhova te nedavno posjećene dijelove šume. (slika 4.) Nakon završetka obilaska



Slika 4. ograđeni dio sastojine u obnovi



Slika 5. ribnjaci kojima gospodari poduzeće VLS

poučne staze odvezli smo se do ograđenog lovišta odakle smo pokraj kamenoloma stigli do ribnjaka Padrt, posljednjeg mjestu obilaska na području Podružnice Horovice ko-

jima gospodari šumarija Mirošov. Ribnjaci potječu iz 16. stoljeća kada su osnovani kao rezervoari vode za okolne talionice željeza. Danas služe za zadržavanje vode i smanjivanje poplavnih valova, ali i za uzgoj kvalitetne ribe. Nalaze se na 630 m n. v. Gornji ribnjak ima 115 ha, a donji 65 ha. Oba ribnjaka su okružena šumama i livadama. Riba koja prevladava je šaran, dok su manje zastupljene štuka, smuđ, amur, deverika i mrena. Godišnje se ulovi od 30 do 50 tona, a ulov se uglavnom prodaje za božićne blagdane. Ribnjaci se koriste samo za komercijalni izlov i nema sportskog ribolova. (slika 5.) Domaćinima smo se zahvalili na njihovom gostoprimstvu i uloženom trudu te im uručili nekoliko poklona. Dan smo završili u Plzenu, drugom najmnogoljudnjem gradu pokrajine Češke s preko 170 tisuća stanovnika. Nakon smještaja u hotelu uslijedio je kraći obilazak grada do glavnog trga s najvažnijim znamenitostima, gotičkom crkvom sv. Bartolomeja i starom gradskom vijećnicom, te večera u pivnici pokraj poznate plzenske pivovare Pilsner Urquell. (slika 6.)

U jutarnjim satima **8. studenoga** krenuli smo prema glavnom gradu Češke, **Pragu**, političkom, gospodarskom i kulturnom središtu države s 1,3 milijuna stanovnika. Danas je to i jedan od turistički najposjećenijih gradova na svijetu s mnoštvom znamenitosti, za čiji je obilazak potrebno puno više od jednoga dana koliko smo mi imali na raspolaganju. Poznat je i kao grad tisuću tornjeva. Od 1992. godine povjesno središte grada nalazi se na UNESCO-vom popisu svjetske kulturne baštine. Obilazak grada započeli smo od četvrti Hradčany u kojoj se nalazi Praški dvorac koji se smatra najvećim starim dvorcem na svijetu s poznatim ostacima još iz 9. stoljeća. (slika 7.) Događaj poznat kao praška



Slika 6. crkva sv. Bartolomeja u Plzenu

defenestracija, kada su Česi kroz prozor Praškog dvorca izbacili izaslanike cara Svetoga Rimskog Carstva Ferdinanda II., bio je povod Tridesetogodišnjem ratu (1618. – 1648.) koji je započeo kao sukob katoličkih i protestantskih snaga te se pretvorio u rat većine europskih naroda i država nakon kojega su potpunu samostalnost dobili Portugal, Ni-

zozemska i Švicarska. Iznad Praškog grada nalazi se samostan Loreta s crkvom Sv. Marije Loretanske, čija zvona svaki puni sat zvone melodiju pjesme Zdravo djevo, kraljice Hrvata. Hradčany su bili samostalan grad do 1784. godine kada su ujedinjeni u Kraljevski glavni grad Prag. Nalaze se na brežuljku iznad lijeve obale rijeke Vltave s prekrasnim



Slika 7. ispred Praškog dvorca



Slika 8. na Karlovom mostu



Slika 9. astronomski sat na Staroj vijećnici u Pragu

panoramskim pogledom na grad. U njemu su tijekom prošlosti stolovali češki kraljevi, kraljevi Svetoga Rimskog carstva i biskupi, a danas je dom predsjednika Češke Republike. Od brojnih znamenitosti valja izdvojiti gotičku katedralu sv. Vida, građenu kroz šest stoljeća, te je stoga spoj stilova od gotike, renesanse, baroka pa do neogotike 19. stoljeća, poznatu po vitrajima, češkom krunidbenom blagu te posljednjem počivalištu čeških kraljeva i careva Svetoga Rimskog Carstva, i baziliku sv. Jurja s crvenim pročeljem i interijerom u romaničkom stilu. Preko područja turistički uređenog vinograda sv. Vjenceslava, po predaji najstarijega češkog vinograda iz 10. stoljeća, spustili smo se u četvrt Mala Strana u kojoj smo obišli dvorište Muzeja Franza Kafke, prostor obitavanja labudova na Vltavi, prošli pokraj najuže praške ulice i stigli do otoka Kampa s kanalima i rukavcima rijeke Vltave, pa zato i naziv „praška Venecija“, na kojemu ima starih mlinova i puno restorana. Iznad otoka prolazi znameniti Karlov most čija je gradnja započela 1357. godine tako da su se kamene kocke međusobno lijepile jajima. Na oba kraja mosta nalaze se gotički tornjevi. Most je dugačak 621 m, a širok 10 m te povezuje Malu Stranu sa Starim gradom. (slika 8.) Prema legendi s mosta je u Vltavu bačen svećenik sv. Ivan Nepomuk, zaštitnik Praga i Češke, pa mu je u spomen na tom mjestu podignut spomenik. Da-

nas turisti stavljanjem ruke na lik ovoga sveca žele ostvarenje svojih želja koje im omogućuju i ponovno vraćanje u Prag. Na mostu je ukupno 30 kipova i statua, koje su izvorno podignute oko 1700. godine, ali sada su sve zamjenjene replikama. Na kraju mosta, s desne obale Vltave u četvrti Stari grad, nalazi se kip češkog kralja i cara Svetoga Rimskog Carstva Karla IV. Luksemburškog. Uz brojna djela Karlo je osnovao Sveučilište u Pragu (1348.), najstarije u središnjoj Europi. Dalje smo prošli kroz dvorište Klementinuma, povjesnog kompleksa zgrada s astronomskim tornjem i pokraj nove gradske vijećnice do središnjeg trga Starog grada, Staroměstské náměstí. Starogradski trg je najstariji i najznačajniji trg u povijesnoj jezgri Praga. Najveće znamenitosti su mu: Starogradska vijećnica s gotičkim tornjem i znamenitim astronomskim satom – Orloj (pokazuje astrološki kalendar i vrijeme, svakog sata na dva mala prozorčića pokazuje se 12 apostola), kuća U Minuty gdje je živio Franz Kafka (na kući su oslikani prizori iz Biblije, grčke mitologije i legendi iz renesanse), crkva sv. Nikole iz 17. stoljeća i spomenik Janu Husu, češkom reformatoru s prijelaza iz 14. u 15. stoljeće. (slika 9.) U blizini trga je i gotička crkva Naše gospe pod Týnom s poznatim crnim tornjevima. Nakon slobodnog vremena za ručak i obilaska najstarije tržnice u gradu, Haveliske, osnovane 1232. godine,



Slika 10. dr. sc. Lumír Dobrovolný i akademik Igor Anić

vidjeli smo još i Židovsku četvrt Josefov sa sinagogom iz 1270. godine i židovskim grobljem. Dan je završio večerom u „U Medvídku“, povijesnom praškom restoranu i pivovaru iz 1466. godine s tradicionalnim češkim jelima i pićima. Povratak u hotel bio je preko četvrti Novi grad s najpoznatijim trgom Václavské náměstí (Vjenceslavov trg) na čijem je gornjem dijelu od 1913. godine postavljen kip sv. Václava na konju, patrona Češke.

Sljedećeg dana **9. studenoga** put je vodio prema Brnu, glavnom gradu povijesne pokrajine Moravske. Zaustavili smo se u mjestu Křtiny, dvadesetak kilometara sjeveroistočno od Brna. Křtiny je staro moravsko marijansko hodočasničko mjesto iz 18. stoljeća i jedno od najslavnijih svetišta u srednjoj Europi. U središtu mjesta nalazi se Župna crkva Imena Djevice Marije s baroknim hodočasničkim kompleksom. Tu nam se pridružio **dr. sc. Lumír Dobrovolný**, voditelj Odjela za posebne namjene i zamjenik generalnog direktora Školskoga šumskog poduzeća u Křtiny. Ovaj dio ekskurzije koordinirao je akademik Igor Anić, profesor učgajanja šuma, budući Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu ima dugogodišnju uspješno suradnju i razmjenu studenata sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Brnu, a i tema posjeta bila je obnova šuma ponajprije na malim površinama. (slika 10.)

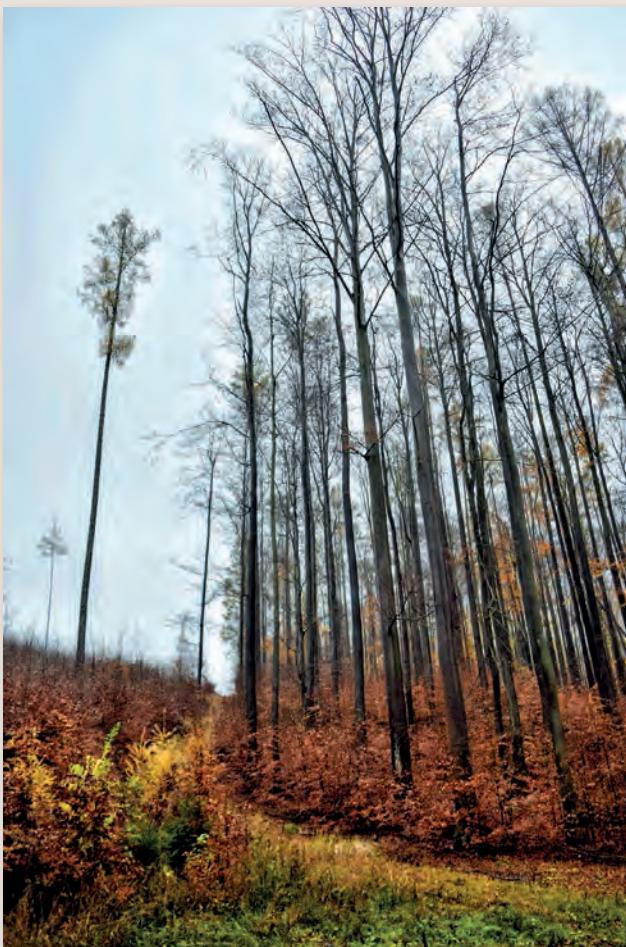
Školsko šumsko poduzeće „Masarykova šuma“ sa sjedištem u Křtiny (Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny) organizacijski je dio Sveučilišta Mendel u Brnu, objekt posebne namjene njegovog Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije poput nastavno-pokusnih šumskih objekata Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Osnovano je 1923. godine. Upravlja s 10.265 ha šumskog zemljišta, a ukupna površina svih njegovih zemljišta je 10.492 ha. Na terenima poduzeća praktično se obrazuju studenti šumarstva, pejzažnog i drvenog inženjerstva te se provode istraživački projekti. Poduzeće osigurava pravilno upravljanje sveučilišnom imovinom. Svojim radom služi i široj javnosti nudeći rekreacijske i druge funkcije šume, provodi šumsku pedagogiju te kulturne i društvene aktivnosti u sklopu dvorca Křtiny kojim poduzeće upravlja. Poduzeće posjeduje arboretume, šumski rasadnik, pilanu, mehanizirano skladište drva, kamenolom, mehaničku radionicu, a bavi se i lovstvom. Jedna od njegovih specifičnosti je Šumski panteon – zbirka s više od sedamdeset spomenika, bunara i spomen-ploča, posvećena uglednim šumarima, umjetnicima koji rade na prirodi, ali i divljači, drveću i šumi. Šume poduzeća smještene su na nadmorskoj visini od 210 do 575 m. Glavne vrste drveća su smreka, bor, ariš, bukva i hrast, a postupno se vraća i jela. Dio područja pripada zaštićenom krajobraznom području Moravskog krša.

Prvo stajalište bilo je u mješovitoj sastojini bukve i ariša s drvnom zalihom preko  $1.000 \text{ m}^3$ . To je lokacija koju domaćini s ponosom pokazuju sudionicima brojnih ekskurzija koji posjećuju to područje. (slika 11.) Jedna od karakteristika poduzeća je da rade obnove sastojina na malim povr-



Slika 11. mješovita sastojina ariša i bukve u fakultetskoj šumi

šinama, da potiču prirodnu obnovu, a monokulture pretvaraju u mješovite sastojine. Primjer obnove na manjim površinama vidjeli smo na drugom stajalištu. U posljednje vrijeme problem je nemogućnost plasmana drvenih sortimenata zbog zasićenosti tržišta sortimentima iz područja zahvaćenih elementarnim nepogodama i sušenjima (pot-kornjaci). Zato su pojedini dijelovi sastojina neposjećeni s prevelikim pomlatkom, čak i mladikom. (slika 12.) Na trećem stajalištu vidjeli smo pokus s forsiranjem najkvalitetnijih stabala u sastojini, tako da se doznakom uklanjuju sva okolna stabla. (slika 13.) Zamjetili smo da je to rizično u slučaju sušenja ili stradanja odabranih stabala nositelja sastojine. Nakon terenskog obilaska završili smo na ručku u jednom od restorana dvorca Křtiny, gdje smo se zahvalili našem domaćinu. Prije polaska za Brno obišli smo i crkvu Imena Djevice Marije smještenu ispod dvorca koji je nekad bio samostanska rezidencija.



Slika 12. obnova na maloj površini

Zahvaljujući ljubaznosti **doc. dr. sc. Radeka Pokornýa**, voditelja Odjela za uzgajanje šuma Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Brnu u večernjim subotnjim satima imali smo priliku obići fakultetsku zgradu. (slika 14.) Fakultet je saставni dio Sveučilišta Mendel u Brnu osnovanog 1919. godine. Osim njega pod sveučilištem djeluju još četiri fakulteta: Agronomski, Poslovno-ekonomski, Hortikulturni te Fakultet regionalnog razvoja i međunarodnih studija i jedan



Slika 13. podržavano stablo u sastojini i panjevi okolnih uklonjenih stabala



Slika 14. dr. sc. Radek Pokorný s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Brnu

institut: Institut cijeloživotnog obrazovanja. Fakultet ima 11 odjela, jedan zavod i jedan institut. Na fakultetu radi oko 200 zaposlenika, a ukupan broj studenata prvostupničkih, magistarskih i doktorskih studijskih programa kreće se oko 1.800. Svi sudionici bili su ugodno iznenadeni opremljenosću fakultetske zgrade i brojnim eksponatima za učenje izloženima u hodnicima pa čak i na stropovima. (slika 15.) Prije odlaska srdačno smo se zahvalili dr. sc. Radeku Pokornýu,



Slika 15. obilazak Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Brnu



Slika 16. na Zelenom trgu u Brnu

što je izvan protokola u subotu navečer bio voljan omogućiti nam upoznavanje sa svojim fakultetom.

Vrijeme do spavanja ispunili smo kraćim obilaskom središta Brna, grada s oko 380 tisuća stanovnika, što ga čini drugim gradom Češke Republike po broju stanovnika. Od 17. stoljeća prijestolnica je pokrajine Moravske. Danas je razvjeni industrijski i sveučilišni grad. Upoznavanje grada započeli smo kod crkve Svetog Jakova iz 13. stoljeća koja je bila namijenjena ponajprije tadašnjem njemačkom stanovništvu. Ispod crkve se, nakon Pariza, nalazi druga najveća europska kosturnica s oko 50 tisuća kostura. Nedaleko od crkve središnji je gradski Trg slobode, gdje se smjestilo nekoliko znamenitosti grada poput stupa kuge, kuće „U četiri lutke“ i astronomskog sata (Orloj) u obliku metka u spomen na razvrgnuće gradske opsade švedske vojske tijekom Tridesetogodišnjeg rata. Po legendi švedski general je rekao da će grad pasti prije nego što zvona odzvone podne, a vođa obrane grada naredio je zvonjavu zvona sat ranije pa se švedska vojska povukla. Zbog toga i danas zvona otkucavaju podne u 11 sati, a astronomski sat u to vrijeme izbacuje jednu staklenu kuglicu koju turisti uzimaju kao suvenir. Sljedeća znamenitost je stara gradska vijećnica s visokim tornjem kao najstarija zgrada u gradu iz prve polovine 13. stoljeća. Na Zelenom (povrtnom) trgu, ispod brda na kojem se nalazi gotička katedrala sv. Petra i Pavla s unutrašnjosti uređenom u baroknom stilu, nalazi se više znamenitosti: fontana Parnas koja predstavlja pećinu u stijenama s figurama koje simboliziraju tri velika carstva Babilonsko, Perzijsko i Grčko, stup Presvetog Trojstva, te niz zgrada oko trga poput Moravskoga zemaljskog muzeja i kazališta Re-duta. (slika 16.) U odnosu na turistima krcati Prag, ulicama

Brna mogli smo se sasvim slobodno kretati bez izmicanja. I ova večer je završila u pivnici s lokalnom gastro ponudom. Posljednji dan ekskurzije **10. studenoga** proveli smo u povratku prema Hrvatskoj te posjetu Beču, glavnom gradu Austrije. Prema prethodnom dogovoru sačekao nas je kolega **Vladimir Čamba, dipl. ing. šum.**, dugogodišnji zaposlenik današnjega austrijskog Ministarstva održivog razvoja i turizma, a ranije dugo godina pod nazivom Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva, okoliša i upravljanja vodama. (slika 17.) Odveo nas je u područje Bečke šume gdje postoji zgrada Bečke šumske škole. Upoznao nas je s austrijskom šumskom pedagogijom, čije je obrazovanje regulirano Smjernicama za certificiranje šumskih pedagoga koje je izdalo Ministarstvo održivog razvoja i turizma. Obrazovanje se obavlja u šumarskim obrazovnim institucijama po više modula, ovisno o šumarskoj obrazovanosti polaznika. Za šumskog pedagoga mogu se obrazovati i osobe bez šumar-



Slika 17. Vladimir Čamba domaćin u Beču



Slika 18. Bečka šumska škola

skog znanja, ali one prolaze duže obrazovanje od profesionalnih šumara. Jedinstveno certificirano obrazovanje uvedeno je od 2004. godine, a od 2012. godine obavlja se recertificiranje na 5 godina. U Austriji postoji oko 1.000 aktivnih šumskih pedagoga, što se smatra nedovoljnim, i 18 šumskih škola koje nude dnevne i višednevne boravke u šumi. Šumska pedagogija se nudi za djecu vrtićke i školske dobi, djecu s poteškoćama u razvoju te studente pedagogije. Najčešće se koriste poludnevna vođenja (minimalno dva i pol sata) u šumu. Plan im je, uz do sada postignute uspjehe na ovome polju, još više poraditi na omasovljenju broja šumskih pedagoga i sadržaja te širem uključivanju ciljanih skupina. Šumska pedagogija bit će važna i u budućnosti te je bitna za pozitivno mišljenje javnosti o šumarstvu u Austriji. (slika 18.) Prije panoramskog obilaska **Beča** autobusom, dio sudionika odvažio se popeti na betonski vidikovac visok 31 m (480 m n. v.) s prekrasnim pogledom na grad, ali i bližu i dalju okolicu. Prvi drveni vidikovac na tom mjestu podignut je 1898. godine u čast 50. obljetnice vladavine austrijskog cara Franje Josipa I. (slika 19.)



Slika 19. na vidikovcu iznad Beča

Nakon jednosatne vožnje središnjim dijelom grada u kojoj smo prošli znamenitim Bečkim Ringom, ulicom koja okružuje povjesnu jezgru s mnoštvom raskošnih građevina: parlament, gradska vijećnica, katedrala, opera, burza, muzeji i dr. (povjesno središte Beča od 2001. godine pod zaštitom je UNESCO-a kao svjetska kulturna baština), zaustavili smo se kako bi posjetili dvorac Belvedere. To je kompleks baroknih palača podignutih za austrijskog princa Eugena Savojskog početkom 18. stoljeća. Danas je kompleks pretvoren u muzej u kojem djeluje Austrijska galerija Belvedere. U sklopu kompleksa postoji tipični francuski park s podrezanim biljem, uređenim šetnicama i velikim bazenom. (slika 20.) Završno druženje održano je uz ručak, u restoranu poznate bečke glazbene dvorane Kursalona, nakon čega smo se zahvalili i oprostili s domaćinima te krenuli u Hrvatsku. Poslije četiri i pol satne vožnje sretno smo stigli u Zagreb prije 22 sata, a odatle svatko svojoj kući diljem domovine. Prema svim komentarima na putu, a i kasnije, ekskurzija je u potpunosti ispunila svoja očekivanja u stručnom, turističkom i društvenom pogledu.



Slika 20. ispred dvorca Belvedere

# ANTE STANKOVIĆ, dipl. ing. šum. (1940. – 2020.)

*Dr. sc. Gabrijel Horvat dipl. ing. šum.*



Zauvijek nas je napustio naš kolega šumar i prijatelj Ante Stanković.

Ante je rođen 8. ožujka 1940. godine u skromnoj katoličkoj poljodjelskoj obitelji u mjestu Koteze, općina Vrgorac, od oca Petra i majke Ive. Vrlo rano, u ratnom vihoru ostao je bez oca, što ga je obilježilo za cijeli život. Djetinjstvo je proveo u rodnom mjestu. Po njegovu sjećanju to su bile teške godine, u skromnom životu punom rada u tvrdom kamenu i škrtoj zemlji te puno izazova i odricanja, ali i ponosa u preživljavanju. Zbog ranog gubitka oca brzo je morao postati pomoć i oslonac majci, što ga je rano formiralo kao radnu, svjesnu i odgovornu osobu. Povezanost s rodnom grudom ostala je duboko u njemu do kraja života, na koju se često rado i fizički vraćao. Osnovnu školu je završio 1954. godine u Vrgorcu. U teškim godinama porača više se puta pokušava zaposliti, jer nema mogućnosti nastaviti školovanje. Prvo radno mjesto dobiva u Građevinskom poduzeću Imotski, gdje radi u vremenu od 6. 9. 1957. do 15. 3. 1958. godine, odnosno nakon toga u Narodnom odboru Općine Vrgorac, gdje radi od 27. 4.-1. 9. 1959. godine. Zbog svega navedenog srednju školu je upisao s odmakom. Život i rad s prirodom i u prirodi, kao i ljubav prema životu svijetu odredio mu je i odabir životnog zanimanja. Upisao je srednju šumarsku školu u Splitu. Po završetku srednje škole odlazi na studij šumarstva u Zagreb. Diplomirao je 24. 2. 1970. godine. Prvi posao u šumarstvu dobiva u Š.G. Bjelovar, gdje obavlja pripravnicički staž. Po završenom pripravnicičkom stažu nastavlja službovati u Šumariji Križevci i Šumariji Sirač, sve skupa u vremenu od 20. 4. 1970. do 1. 6. 1972. godine. U tim sredinama se potvrđuje kao savjesni i stručni šumar, ali i vrlo komunikativni i željan učenja. U potrazi za životnom srećom i profesionalnim napretkom 1972. godine napušta šumarstvo i prelazi u drvnu industriju, budući u šumarstvo ovoga kraja tada nije bilo slobodnih mesta. Zapošljava se u Tvornici pokućstva Mundus Varaždin, gdje radi vremenu od 2. 6.-30. 9. 1972, odnosno poslije toga u Tvornici namještaja Bor Novi Marof u vremenu od 2. 10. 1972. do 31. 12. 1974. godine. Pri-

vatnim šumama se nastavlja baviti zaposlenjem u Građevnom komunalnom poduzeću Osmi srpanj Novi Marof u vremenu od 1. 4. do 31. 12. 1975. godine.

U šumarstvo se definitivno vraća 1. 1. 1976. godine zaposlenjem u Š.G. Varaždin, Šumarija Ludbreg na poslovima revirnika. U tom radu se odmah iskazuje svojom savjesnošću, radinošću, pokazuje svu svoju stručnost i predanost radu, kolegjalnost, ali i onu ljudsku komponentu optimistična, vesela, društvena i druželjubiva čovjeka spremnog saslušati, savjetovati i pomoći. Volio je život i ljudе, ali je istovremeno i on bio poštovan, uvažavan, ljudi su ga rado sretali. U stručnom radu je ostavio velik trag u gospodarenju i podizanju kalničkih šuma.

Osnivanjem jedinstvenog poduzeća Hrvatske šume u novoствorenoj državi prelazi na rad u Upravu šuma Koprivnici i to danom 1. 1. 1991. godine na mjesto voditelja komercijale, na poslove koje je uvijek smatrao izazovom i na kojima se želio dodatno dokazati. Sada već prepoznatih i dokazanih vrijednosti i sposobnosti, s danom 9. 2. 1996. godine imenovan je Upraviteljem Uprave šuma Koprivnica, na kojem radnom mjestu ostaje do umirovljenja 30. 12. 2003. godine. Osim profesionalnog vodio je vrlo bogat i ispunjen život obiteljskog čovjeka, predanog supruga, oca i „dide“.

Kolega Ante, zahvaljujemo Ti na svom trudu i radu, prijateljstvu i pomoći. Ostat ćeš u sjećanju kao dobar čovjek, iskren prijatelj, vesela, draga i nasmijana osoba. Ostat će u sjećanju trenuci zajedničkog rada u kojem si uvijek impnirao staloženošću, razumnim i odmjerenum postupanjima, lakoćom rješavanja problema, naprosto toplo ljudski. Pamtit će se dakako i trenuci opuštanja u druženju, pjesmi i veselju. Znao si izgarati u radu, ali i uživati u životu i to uvijek s osmijehom i gospodskim držanjem. Živio si tiho, mirno, dostojanstveno, a tako i otisao uz stihove pjesničkog barda i zemljaka Tina Ujevića:

„Tamo, tamo da putujem,  
tamo, tamo da tugujem;“

Neka ti je laka ova naša gruda.

# Božidar Radečić (1.5.1939. – 2.7.2019.)

*Oliver Vlainić, dipl. inž. šum.*



Otišao je još jedan iz plejade ljudi koji su stvarali šumarstvo, ali i drvnu industriju na području djelovanja Uprave šuma Podružnice Karlovac. Kolega Božidar Radečić preminuo je 2. srpnja 2019. u 81. godini života. Pokopan je na karlovačkom katoličkom groblju Dubovac 4. srpnja 2019.

U svojoj šumarskoj karijeri obnašao je više rukovodećih funkcija. Tako je bio upravitelj Šumarije Krašić od 1. srpnja 1968. do 31. ožujka 1974., direktor OOOUR-a Šumarstvo Krašić (ujedno i upravitelj šumarije Krašić) od 21. svibnja 1979. do 31. prosinca 1980., v. d. upravitelja Radne jedinice za iskorištavanje šuma Jastrebarsko od 19. ožujka 1985. do 13. studenoga 1985. te upravitelj Poslovne jedinica Maloprodaja i otkup drvnih sortimenata do odlaska iz ŠG Karlovac.

Budući je završni dio karijere radio u drvnoj industriji, gdje je ostavio velik trag, od pokojnika se prilikom posljednjeg ispraćaja oprostio predsjednik Uprave Drvoproizvoda d.d. Igor Josip Leščić, dipl.ing.šum.:

„Gospodin Božidar Radečić, viši šumarski tehničar, rođen je 1. svibnja 1939. u Gornjem Prekrizju, Općina Jastrebarsko. Prije dolaska u Drvoproizvod radio je u Šumskom gospodarstvu Karlovac, u kojemu je zbog svojih organizatorskih sposobnosti, predanosti i ljubavi prema poslovima u šumarstvu, discipliniranosti i profesionalnosti obavljao čitav niz odgovornih poslova i funkcija, a uz to bio omiljen i cijenjen među djelatnicima i suradnicima.

Za direktora poduzeća Drvoproizvod postavljen je 1. travnja 1987., koju funkciju je vrlo uspješno obavljao do odlaska u mirovinu 30. prosinca 2001.

Tijekom svog mandata uspješno je sa svojim suradnicima proveo proces privatizacije te je prva Skupština novoformiranog dioničkog društva Drvoproizvod održana 25. rujna 1992. U izmijenjenim vlasničkim odnosima novoformiranog dioničkog društva Drvoproizvod, kao prvo vlasnički transformiranog kolektiva na području Općine Jastrebarsko, vodio je tvrtku do svoje mirovine.

U svojem mandatu Drvoproizvod je njegovom zaslugom doživio čitav niz korjenitih promjena u organizacijskom, poslovnom i tehnološkom pogledu. Rad, red i disciplina kao osnovno geslo, uz potpuni profesionalizam i odanost tvrtki prenio je na svoje najbliže suradnike i sve uposlene, ne pitajući za radno vrijeme i rješavajući u pojedinim momentima naizgled nerješive probleme. U potpunosti je re-

alizirao koncepciju baziranja proizvodnog programa na bazi domaćih sirovina i na taj način iz uvozno ovisne tvrtke, stvorio pretežitog izvoznika.

Svojom vizijom razvoja pravovremeno je poduzimao konkretna tehnološka rješenja i uvodio nove izvozne proizvodne programe koji dandanas osiguravaju uspješno poslovanje, likvidnost i primjeren standard uposlenih djelatnika.

Uz obavljanje najodgovornije funkcije u društvu pronalazio je vrijeme i za uključivanje u rad stručnih institucija i asocijacija u oblasti drvne industrije i gospodarstva, te realizaciji najrazličitijih aktivnosti i programa na području Republike Hrvatske.

Isticao se velikim humanitarnim radom i ogromnoj ljubavi, ponajprije prema vatrogastvu za koje je govorio da je temelj održivosti hrvatskog naroda. Bio je pomagatelj brojnih sportskih i kulturnih društava.

Bio je izuzetno cijenjen među suradnicima i poslovnim partnerima, gdje je kao čovjek i rukovoditelj imponirao svojim poštenjem i nadasve vlastitim zalaganjem služeći kao primjer svima. Takvim odnosom stvorio je izuzetan ugled tvrtki.

Volio je mlade ljude i okuplja ih oko sebe te im bio podrška u njihovom sazrijevanju.

Dragi Božo, dragi Direktore,

puno vremena provodio sam s tobom i neizmjerno sam ti zahvalan na svemu što sam naučio od tebe. Zahvalan sam ti na podršci u mojim prvim radnim koracima i povjerenju koje si mi dao.

Svi mi koji smo bili tvoji suradnici u Drvoproizvodu s velikom tugom smo primili vijest o tvojoj smrti.

Ipak, sretni smo i ponosni što smo bili dio tvog života i imali privilegiju družiti se s tobom.

Još jednom, dragi Božo, dragi Direktore, hvala ti na svemu i neka ti je laka Hrvatska zemlja.

Iskrena sućut supruzi Ani, kćerki Nataši s obitelji, sinu Ti-homiru s obitelji te sinu Darku.

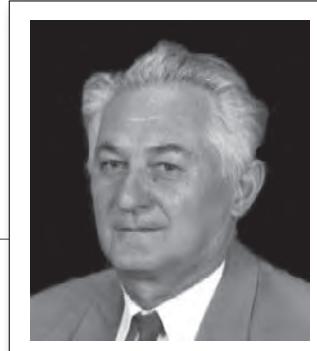
Djelatnici i dioničari Drvoproizvoda.“

U ime Hrvatskoga šumarskog društva ogranka Karlovac  
sastavio Oliver Vlainić

# Stjepan Mikuc

## (3.3.1930.-12.2.2020.)

*Oliver Vlainić, dipl. inž. šum. i Mr. sc. Ivan Grginčić*



U petak 14. veljače 2020. brojna rodbina i prijatelji okupili su se na katoličkom groblju Dubovac u Karlovcu kako bi se oprostili od Stjepana Mikuća, diplomiranog inženjera šumarstva. Posljednje riječi ispred kolega šumara izrekao je predsjednik karlovačkog ogranka HŠD-a Mr. sc. Ivan Grginčić:

„Koliko god je svaki rastanak težak, a pogotovo posljednji rastanak, prisjetimo se na čas životnog puta dragoga kolege Stjepana.

Stjepan Mikuc rodio se 3. ožujka 1930. u karlovačkom naselju Vodostaj gdje je 1941. godine završio svoje osnovnoškolsko obrazovanje. Školovanje je nastavio upisavši Gimnaziju u Karlovcu, a srednjoškolsku diplomu je dobio 1949. godine. Slijedio je upis na Poljoprivredno-šumarski fakultet u Zagrebu. Apsolventski status je stekao školske godine 1953./54. godine, a uspješno obranjenim završnim radom 1955. godine dobio je diplomu diplomiranog inženjera šumarstva.

Prvo radno mjesto imao je u Drvno-industrijskom poduzeću Karlovac od sredine rujna 1956. godine. U DIP-u je bio zadužen za poslove iskoristavanja šuma koje se tada i obavljalo u takvim poduzećima.

Sudbina mu je namijenila da je imao bitnu ulogu prilikom osnivanja Šumskog gospodarstva Karlovac, budući je izabran za prvog predsjednika Radničkog savjeta gospodarstva u osnivanju, tada najvišeg organa upravljanja poduzeća. Početkom ožujka 1960. godine vodio je povjesnu prvu sjednicu Radničkog savjeta na kojoj je izabran prvi Upravni odbor poduzeća, čiji je zadatak bio daljnje ustrojavanje gospodarstva. Taj je upravni odbor njega osobno izabrao za prvog komercijalnog direktora ŠG Karlovac. Na rukovodećem mjestu komercijalnog sektora/službe na kojemu je koordinirao poslove prodaje, nabave i skladišta proveo je više od 25 godina. Tek 1985. godine osnivanjem Složene organizacije udruženog rada šumarstva i drvne industrije „Petrova gora“ Karlovac, odlazi na mjesto zamjenika direktora SOUR-a. Na novom radnom mjestu došlo je do izražaja njegovo veliko stručno i rukovodeće iskustvo

u obje djelatnosti, šumarstva i drvne industrije. Početkom ožujka 1990. godine uslijed organizacijskih promjena vraća se u Šumsko gospodarstvo Karlovac na mjesto savjetnika za poslove prodaje i maloprodaje.

Osnutkom jedinstvenog poduzeća Hrvatskih šuma, početkom 1991. godine postaje prvi šef Proizvodnog odjela novoformljene Uprave šuma Karlovac. Nakon godinu dana premješten je na poslove savjetnika za komercijalu i proizvodnju. Krajem 1992. godine nagrađen je mjestom pomoćnika upravitelja, a od 1. srpnja 1995. raspoređen je na još vrijednije radno mjesto zamjenika upravitelja Uprave šuma Karlovac. Nakon više od 40 godina radnog staža otišao je u zasluženu mirovinu prvog dana 1997. godine.

Bio je član strukovne udruge Hrvatskoga šumarskog društva. Za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke Hrvatsko šumarsko društvo dodijelilo mu je 1997. godine pisorno priznanje i srebrnjak kralja Tomislava, a 1976. godine priznanje za primjerene zasluge u dugogodišnjoj društvenoj i stručnoj suradnji. Na lokalnoj razini bio je predsjednik Šumarskog društva Karlovac od 1974. do 1984. godine. Sudjelovao je na brojnim znanstvenim i stručnim skupovima u ime karlovačkog društva.

Svi mi koji smo radili sa Štefom cijenili smo ga, jer je bio izuzetan stručnjak sa širokim znanjem te osoba s kojom ste mogli raspravljati o stručnim problemima. Kroz svoj radni vijek susretao se s raznim problemima u struci, a svoje znanje i svoja životna iskustva u rješavanju problema, kojih nije bilo u stručnoj literaturi, prenosio je na mlađe kolege.

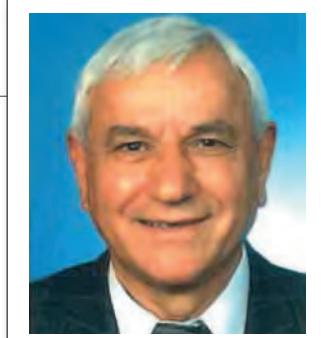
U ime svih kolegica i kolega iz Hrvatskoga šumarskog društva ogranka Karlovac te Uprave šuma Podružnice Karlovac izražavam duboku sućut supruzi Ljubici, kćerki Miljenki, sinu Miljenku, unuci Barbari, unuku Hrvoju, snahi Vesni, zetu Renu i ostaloj rodbini.

Dragi kolega Stjepane neka ti je laka hrvatska zemlja. Počivao u miru.“

U ime Hrvatskoga šumarskog društva ogranka Karlovac sastavili Oliver Vlainić i Ivan Grginčić

# ANTON ŠKUNCA TONI, dipl. ing. šum. (1931.- 2019.)

*Josip Knepr, dipl. inž. šum.*



U tuzi se rastajemo od prijatelja i kolege, kad nas u nepovrat napušta.

Dana 29. studenog 2019. godine napustio nas je naš kolega Toni. Ispraćaj dragog kolege, uz mnoštvo šumara, prijatelja i obitelji obavljen je na mjesnom groblju „Borik“ u Bjelovaru.

Toni je rođen u Novalji na otoku Pagu 15. listopada 1931. godine po majci Kati i ocu Frani. Toni potječe iz poljodjelske obitelji. Osnovnu školu je pohađao u Novalji. U vrijeme Drugog Svjetskog rata, od 1942. do 1945. godine nije pohađao školu zbog ratnih zbivanja. Gimnaziju je pohađao u Pagu i Senju. Godine 1953. odlazi na odsluženje vojnog roka, a po povratku upisuje studij šumarstva na Poljoprivredno Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje i diplomirao 1961. godine.

Po završetku studija prvo službovanje počinje u Š. G. Mojica Birta Bjelovar, šumarija Ivanska, kao pomoćnik upravitelja šumarije. Nakon dvije godine, 1963. premješten je na mjesto upravitelja šumarije u Veliki Grđevac. Tu dužnost obnaša do 1982 godine. Potom biva premješten na mjesto referenta za građevinarstvo i normiranje u Upravi Š.G. Bjelovar.

Stvaranjem Republike Hrvatske osniva se J. P. "HRVATSKE ŠUME", pa je uslijedila i reorganizacija, kojom prilikom 1992. godine Toni biva premješten na novu dužnost u komercijalni odjel U.Š. u Bjelovaru. Privremeno obnaša tu dužnost i ponovo je postavljen na mjesto upravitelja šumarije u V. Grđevac. Godine 1996. odlazi iz šumarije V. Grđevac,

jer je imenovan za Savjetnika u Podružnici Uprave šuma u Bjelovar, gdje radi do odlaska u mirovinu.

U V. Grđevcu provodi ostatak života u krugu svoje obitelji. Među mještanima s kojima je proveo velik dio života bio je omiljen, pa je bio i izabran za predsjednika Općinskog Vijeća Općine V. Grđevac.

Bio je dugogodišnji član HŠD Ogranak Bjelovar. Toni je bio omiljen među kolegama i djelatnicima s kojima je radio.

Za svoj nesebičan rad primio je niz priznanja; Plaketu ŠG Bjelovar, Zahvalnicu Kluba maturanata Senjske gimnazije, Pohvalnicu ŠG Bjelovar, Certifikat Međunarodnog Olimpijskog odbora za sudjelovanje u Nacionalnom Programu sportskih igara, Spomenicu Domovinskog rata, Diplomu za organizaciju Drugog Hrvatskog sportskog festivala na selu, Spomen zahvalnicu DVD, Spomen zahvalnicu Bjelovarsko bilogorske županije, Zahvalnicu HŠ Podružnice Bjelovar za doprinos struci.

Toni je bio blage naravi i uvijek je uspijevao naći izlaz iz problema mirnim i strpljivim nastupom. Nikad nije zaboravio svoje korjene i redovito je odlazio na svoj Pag, gdje je provodio odmor i druženje sa svojim prijateljima i obitelji.

S godinama se njegovo zdravlje pogoršavalo i na kraju, shran van bolešću, napustio nas je.

Hvala ti Toni prijatelju za sva dobra djela u životu i doprinos šumarskoj struci.

Mirno počivaj prijatelju.

## UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napis o zaštiti prirode povezane uz šume, o 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 – fuznote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fuznoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

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

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

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

### Pravila za citiranje 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 magisterski radovi:** Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1,5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

### Rules for reference lists:

**Journal article:** Last name, F, F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.-p., City of publication

**Conference proceedings:** Last name, F, F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.-p., City of publication

**Book article:** Last name, F, 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.-p. City of publication

**Book:** Last name, F, 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

**Dissertations and master's theses:** Last name, F, 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb (F = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Mala žumara je 2–4 (–6) m visoki grm. ■ Figure 1. Dwarf fan palm is 2–4 (–6) m tall shrub.

Slika 3. Peteljke su tanke, 50–75 (–100) cm dugačke, bodljikavo nazubljenih rubova, s bodljama usmjerenim prema vrhu lista ■ Figure 3. Petioles are slender, 50–75 (–100) cm long, armed along the margins with spines pointing toward the leaf tip.



Slika 2. Plojke su 50–60 cm dugačke, duboko razdijeljene na preklapljene segmente ■ Figure 2. Leaf blades are 50–60 cm long, deeply divided into single-fold segments.



Slika 4. Plodovi su crvenkastosmeđi, 1–3 cm dugački, elipsoidni, neugodnog mirisa, skupljeni u gусте, uspravne metlice; dozrijevaju u rujnu i listopadu. ■ Figure 4. Fruits are reddish-brown, 1–3 cm long, ellipsoid, unpleasantly smelling, in dense, erect clusters, maturing in September to October.

### ***Chamaerops humilis* L. – mala žumara, niska žumara, grmasta žumara (*Arecaceae*)**

*Chamaerops* je monotipski rod, sa samo jednom vrstom, *C. humilis*. Mala žumara je palma autohtona u zapadnom i srednjem dijelu Sredozemlja (južni dio Pirenejskog poluotoka, Baleari, jugoistočna Francuska, Italija, Malta, obalno područje Maroka, Alžira i Tunisa). Jedna je od samo dvije europske autohtone palme (druga je kretška datulja, *Phoenix theophrasti* Greuter). Područje njene prirodne rasprostranjenosti na jugoistočnoj obali Francuske najsjevernije je područje na svijetu na kojem raste neka palma. Od tla je razgranta na više stabljika prekrivenih osnovama lisnih peteljki i vlaknima. Na vrhu svake stabljike nalazi se rozeta lepezastih listova. Cvjetovi su dvodomni, anemofilni i entomofilni, sitni, skupljeni u višecvjetne, svjetložute metlice. Cvjeti u travnju i svibnju. Plodovi su jednosjemeđe koštunice. Tolerantna je na sušu, visoke temperature i vjetar. Jedna je od najotpornijih palmi na niske temperature (može izdržati do -12 °C). Ima dva varijeteta: var. *humilis* – jugozapadna Europa, sa zelenim do sivkastozelenim listovima i var. *argentea* André (var. *cerifera* Becc.) – sjeverozapadna Afrika, sa srebrnasto-plavim listovima. Mala žumara je jedna od najčešće sađenih palmi u Hrvatskoj.

### ***Chamaerops humilis* L. – Dwarf Fan Palm, Mediterranean Fan Palm**

*Chamaerops* is a monotypic genus, with a single species, *C. humilis*. Dwarf fan palm is multi-stemmed shrub native to the western and central Mediterranean region (southern Iberian Peninsula, the Balearic Islands, southeastern France, Italy, Malta, coastal areas of Morocco, Algeria and Tunisia). It is one of the only two palms native to Europe (the other being *Phoenix theophrasti* Greuter – Cretan date palm). It is the northernmost naturally occurring palm in the world (on the southeastern coast of France). Stems are covered with persistent petiole bases and fibrous sheaths. Each stem is topped with a rosette of fan-like leaves. Flowers are dioecious, anemophilous and entomophilous, small, arranged in many-flowered, bright yellow panicles. Flowering occurs from April to May. Fruits are single-seeded drupes. It is drought, heat and wind tolerant. It is among the hardiest palms, being cold-tolerant to about -12 °C. There are two varieties: var. *humilis* – southwestern Europe, with green to greyish green leaves and var. *argentea* André (var. *cerifera* Becc.) – northwestern Africa, with silvery blue leaves. It is one of most commonly grown palms in Croatia.