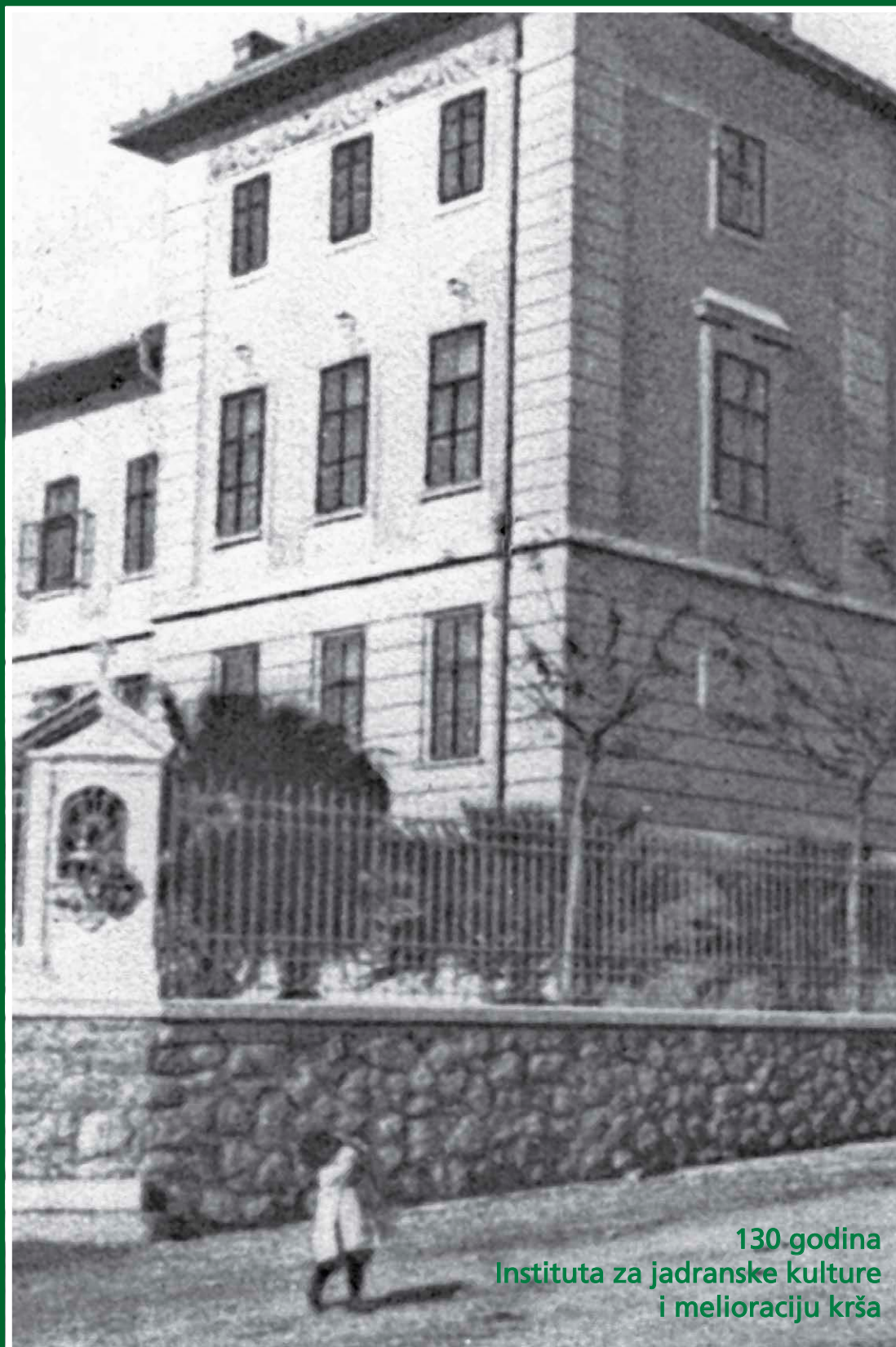


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN 0373-1332



130 godina
Instituta za jadranske kulture
i melioraciju krša

5-6

GODINA CXLIX
Zagreb
2025

**HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO**

179. godina djelovanja
19 ogranaka diljem Hrvatske
oko 2800 članova



www.sumari.hr

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

14057 osoba
22436 biografskih činjenica
14836 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

149. godina neprekidnog izlaženja
1124 svezaka na 86500 stranica
16468 članaka od 3485 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

4497 naslova knjiga, časopisa i medija
na 26 jezika od 3185 autora
izdanja od 1732. do danas

**Naslovna stranica – Front page:**

Zgrada Carsko-kraljevske kemično-gospodarstvene pokušajne postaje u Splitu na Zrinsko-Frankopanskoj ulici 1906. godine. (Arhiva Instituta)

The building of the Imperial-Royal Chemical-Economic Experimental Station in Split on Zrinsko-Frankopanska Street in 1906. (Institute Archives)

**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 – Journal of forestry Online
Prijava radova – Manuscript submission

<https://www.sumari.hr/sumlist>

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Publisher:
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije
Financijska pomoć Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih

Grafička priprema: LASERplus d.o.o. – Zagreb

Tisak: CBprint – Samobor

Naklada 1660 primjeraka

ŠUMARSKI LIST

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

Uređivački savjet – Editorial Council:

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

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

1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Sever,
Fiziologija šumskoga drveća – *Physiology of Forest Trees*

Izv. prof. dr. sc. Igor Poljak,
Dendrologija – *Dendrology*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,
Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –
Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Darko Bakšić,
Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –
Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,
Lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Igor Anić,
urednik područja – *Field Editor*
Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Damir Ugarković,
Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –
Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Doc. dr. sc. Sanja Perić,
Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,
Melioracije krša, šume na kršu –
Karst Amelioration, Forests on Karst

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac,
Uzgajanje šuma – *Forest Silviculture*

Izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić,
Urbane šume – *Urban Forests*

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,
Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –
General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić,
Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Damir Barčić,
Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky,
urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,
Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,
Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Prof. dr. sc. Tomislav Sinković,
Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,
Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Prof. dr. sc. Danko Diminić,
Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Dr. sc. Milan Pernek,
Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,
Zaštita od sisavaca (mammalia) –
Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,
Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Ante Seletković,
urednik područja – Field Editor
Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

Izv. prof. dr. sc. Mario Ančić,
Izmjera terena s kartografijom –
Terrain Mensuration with Cartography

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

6. Uređivanje šuma i šumarska politika – Forest Management and Forest Policy

Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak,
urednik područja – Field Editor
Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

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

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

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

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

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

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

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

Doc. dr. sc. Radek Pokorný, Češka – *Czechia*

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

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lector

Nina Bađun

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Branko Meštrić

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 i obrazovanja 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

Riječ uredništva – Editorial

Treba li se čuditi većem izvozu drva nego namještaja iz Hrvatske? – Should we be surprised by the higher export of timber than furniture from Croatia?	217
--	-----

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.1 Tatjana Mandić Bulić, Marilena Idžojtić Drvenaste biljke nacionalnog parka Brijuni – Woody plants of the Brijuni national park.	219
https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.2 Esmera Kajtaz, Dženita Alibegić, Haris Nikšić, Željko Španjol, Boris Dorbić Određivanje antioksidacijskog profila uzoraka esencijalnog ulja i ekstrakata dobivenih iz lavande (<i>Lavandula angustifolia</i> Miller) – Determination of antioxidant profile of the essential oil and extract samples obtained from lavender (<i>Lavandula angustifolia</i> Miller)	233
https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.3 Ayşegül Tekeş, Serkan Özdemir, Candan Aykurt, Serkan Gülsoy, Kürşad Özkan Species distribution modeling of red hawthorn (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.) in response to climate change – Modeliranje distribucije vrsta crvenog gloga (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.) kao odgovor na klimatske promjene.	243
https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.4 Ali Bayraktar, Deniz Güney, Fahrettin Atar, Ibrahim Turna Evaluation of rooting responses in <i>Lagerstroemia indica</i> L. cuttings under different greenhouse settings, rooting media, and phytohormonal applications – Procjena ukorjenjivanja reznica <i>Lagerstroemia indica</i> L. u različitim uvjetima staklenika, medijima za ukorjenjivanje i primjenama fitohormona	255
https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.5 Hediye Aktaş Aytepe, Ali Kavgaci Syntaxonomical contribution to the vegetation classification of Türkiye from SW Anatolia: a plant diversity hotspot – Sintaksonomski prilog klasifikaciji vegetacije Turske iz JZ Anatolije: žarište raznolikosti biljaka	265

Pregledni rad – Review paper

https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.6 Igor Anić Povijest obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj – History of pedunculate oak forest regeneration in Croatia.	279
---	-----

Znanstveni i stručni skupovi

Igor Anić, Lukrecija Butorac Izazovi u mediteranskoj poljoprivredi i šumarstvu Okrugli stol u povodu 130. godišnjice Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu	293
Igor Anić Park-šume Grada Zagreba: pluća grada ili prostor urbanizacije Okrugli stol u u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti	295

Hrvatsko šumarsko društvo

Zapisnik 1. sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine 298

Oliver Vlainić

Terenski dio 1. sjednice Upravnog odbora HŠD u 2025. godini 307

In memoriam

Tatjana Đuričić Kuric

Mate Mihanić (1933. – 2025.) 312

RIJEČ UREDNIŠTVA

TREBA LI SE ČUDITI VEĆEM IZVOZU DRVA NEGO NAMJEŠTAJA IZ HRVATSKE?

Krajem svibnja ove godine u Večernjem listu objavljen je članak o analizi dr. sc. Gorana Buturca s Ekonomskog instituta Zagreb „Izbor Hrvatske: izvoz drva ili proizvodnja namještaja?” Prema analizi u posljednjih 20 godina izvoz drva se udvostručio i danas je 3,3 puta viši od izvoza namještaja. Između ostaloga, navodi se poražavajuća slika hrvatske drvne industrije i njene konkurentnosti na domaćem i inozemnom tržištu.

Hrvatsko šumarsko društvo „umorilo se” opetovano pišući u uvodnicima o (ne)učinkovitom korištenju državnih resursa i bez velikih analiza. Dugi niz godina kroz ove uvodnike iskazivao se stav struke i Hrvatskoga šumarskog društva vezano za netržišno raspolaganje državnim dobrom u obliku drvnih sortimenata s uvriježenim terminom „RASPODJELA SIROVINE”, što nije bilo poznato ni u vremenu planske privrede do 1991. godine. Počevši od bliže prošlosti navodimo neke od uvodnika Šumarskog lista u kojima smo se potpuno ili djelomično bavili zadanom temom, što je lako provjerljivo s nekoliko klikova u digitalnoj arhivi časopisa <https://www.sumari.hr/sumlist/rijecurednika.asp>. Krenimo redom: 3-4/2024 Što Hrvatsko šumarsko društvo očekuje od budućih nositelja vlasti?, 7-8/2021 Tko je kriv za loše poslovanje drvoprerađivača?, 1-2/2020 Da li baš sve treba platiti šuma?, 1-2/2019 Da li je kriva struka ili sustav?, 11-12/2018 Za koliki je postotak populacije vidljiva šumarska struka?, 5-6/2018 Kako dalje s ovom rubrikom?, 3-4/2018 Šumarski propisi i politika, 1-2/2018 Vrijedi li Zakon o šumama za sve vlasnike šuma?, 11-12/2017 Šumarska struka i odnos s javnošću, 9-10/2016 Vrednovanje šuma u klimatskoj politici i kaskadna uporaba šuma, 1-2/2016 Problem tvorbe konzistentne šumarske i drvoprerađivačke politike u Hrvatskoj, 9-10/2015 Jesmo li iz povijesti nešto naučili?, 3-4/2013 Kuda nas je dovelo stranačko kadrovanje i netržišno gospodarenje?, 5-6/2012 Odnos šumarstva i prerade drva, 5-6/2011 Strategija (strategije) razvoja i 7-8/2010 Da li i kako koristimo biomasu kao energent? Da rezimiramo, u proteklih 15 godina 16 puta pisali smo o istoj temi, dakle u prosjeku jednom godišnje.

Citirat ćemo sami sebe dijelom uvodnika Šumarska struka i odnos s javnošću iz Šumarskog lista broj 11-12/2017, što

je sukus stava o tržišnom gospodarenju šumama i učinkovitom korištenju državnih resursa:

Ponajprije zagovaramo načelo tržišnog gospodarenja šumama kod prodaje šumskih proizvoda, što znači nadmetanje za kupnju drvne sirovine, a ne dobava po ugovorima/raspodjeli s cijenama puno nižima od onih, ne samo u EU, nego i u bližem okruženju. Upozoravali smo da tako niske cijene, posebice najvrjednijih drvnih sortimenata omogućuju rasipanje nacionalnog bogatstva i dobru zaradu već u primarnoj obradi drva, čime se ne potiče proizvodnja visoko finaliziranih proizvoda, koji osim uz ekonomično korištenje sirovine, osiguravaju veliku zaposlenost i to stručnih radnika i inženjera. Pravim finalistima tržišne cijene sirovine nikada nisu predstavljale problem. Čitajući u novinama – tekst objavljen u Slobodnoj Dalmaciji, u kojemu se hvali preradu drva kao važnu sastavnicu BDP-a i izvoza koji raste, osim namještaja, upitajmo se zašto ne raste samo izvoz namještaja. Odgovor je vrlo jednostavan – mi smo izvoznici drvne sirovine uglavnom najniže obrade, a time i radnih mjesta u korist inozemnih kupaca. Još kada tome dodamo da smo im uz tu sirovinu osigurali FSC certifikat, kompletirali smo svoje rasipništvo.

Podsjetit ćemo još i na ovo: drvo kao osnovna sirovina u visoko finaliziranom proizvodu sudjeluje s oko 14 % do maksimalno 20 % vrijednosti proizvoda, što znači da cijena drva nije odlučujući čimbenik u troškovima proizvodnje. A ponavljamo i ovo: Komparirajući prodajne cijene glavnih drvnih sortimenata s tržištima u okruženju (Austrija, Italija, Mađarska, BiH i Srbija) s onima po kojima Hrvatske šume d.o.o. prodaju drvne sortimente našim drvoprerađivačima, dolazimo do brojke od oko 500 mil. kuna (66 mil. eura) godišnje, kojim Država već potiče drvoprerađivače. Bez obzira na to, većinu medijskog prostora u dužem vremenskom razdoblju zaokuplja CIJENA drvnih sortimenata i način njene RASPODJELE.

Nakon svega navedenog ne treba se čuditi većem izvozu drva nego namještaja iz Hrvatske.

Uredništvo

EDITORIAL

SHOULD WE BE SURPRISED BY THE HIGHER EXPORT OF TIMBER THAN FURNITURE FROM CROATIA?

At the end of May this year, *Večernji list* published an article analyzing a research by Dr. Goran Buturac from the Institute of Economics in Zagreb, titled "Croatia's choice: Timber export or furniture production?" According to the analysis, over the past 20 years timber export has doubled and is now 3.3 times higher than furniture export. Among other things, the article reveals a discouraging picture of the Croatian wood industry and its competitiveness in both domestic and foreign markets.

The Croatian Forestry Society is "tired" of repeatedly writing editorials about the (in)efficient use of state resources, without extensive analyses. For many years, these editorials have expressed the opinion of the profession and the Croatian Forestry Society regarding the non-market allocation of state-owned timber resources, using the familiar term "RAW MATERIAL ALLOCATION" – something unheard of even in the era of planned economy before 1991. Starting with the recent past, we list some of the editorials in Forestry Journal that dealt fully or partially with this issue. These can easily be accessed with a few clicks in the journal's digital archive: <https://www.sumari.hr/sumlist/rijecurednika.asp>. In chronological order: 3-4/2024 *What does Croatian Forestry Society expect from the future government?*, 7-8/2021 *Who is to blame for poor business results of wood processors?*, 1-2/2020 *Should the forest pay for everything?*, 1-2/2019 *Is the profession or the system to blame?*, 11-12/2018 *What percent of the population is aware of the forestry profession?*, 5-6/2018 *How to proceed in the future?*, 3-4/2018 *Forestry regulations and politics*, 1-2/2018 *Is the forest act binding for all forest owners?*, 11-12/2017 *The forestry profession and public relations*, 9-10/2016 *Evaluation of forests in the climate policy and the cascade use of forests*, 1-2/2016 *The problem of formulating a consistent forestry and wood processing policy in Croatia*, 9-10/2015 *Have we learnt something from history?*, 3-4/2013 *Where did politically based personnel recruitment and non-market management lead us?*, 5-6/2012 *The relationship between forestry and wood processing*, 5-6/2011 *Development strategy (strategies)*, 7-8/2010 *Do we use biomass as an energy source? If so, how do we use it?* To summarize: in the past 15 years, we have written about this same topic 16 times – on average once a year.

Now we shall quote ourselves from the editorial *The forestry profession and public relations*, published in *Forestry*

Journal no. 11-12/2017, which outlines our position on market-based forest management and efficient use of state resources:

First and foremost, we advocate the principle of market forest management in the sale of forest products, which means competing for raw wood material rather than purchasing it by contracts/allocation at prices which are much lower than those in the EU and in the surrounding countries. We have repeatedly warned that such low prices, particularly of the most valuable wood assortments, lead to squandering the national wealth and enabling some to make good profit at the primary wood processing stage. This is not conducive to the production of highly finalized products, which would provide high employment of professional workers and engineers as well as ensure the economic use of raw material. Market prices of raw material have never been a problem to proper finalists. An article in Slobodna Dalmacija commends wood processing as an important component of GDP and of growing export, with the exception of furniture. Let us ask ourselves why it is only export of furniture that is not growing. The answer is very simple: we export raw wood material at the lowest possible processing stage. Consequently, we also export work places for the benefit of foreign buyers. Add to this the FSC certification and our squandering nature is complete.

Let us also remind you of this: wood, as the base raw material in a highly finished product, accounts for about 14% to a maximum of 20% of the product's value, which means that the price of wood is not a decisive factor in production costs. And let us repeat: by comparing the selling prices of key timber assortments in the neighbouring markets (Austria, Italy, Hungary, Bosnia and Herzegovina, and Serbia) with those at which Croatian Forests Ltd. sells timber assortments to domestic processors, we arrive at an annual figure of about HRK 500 million (EUR 66 million), which is the amount by which the state is already subsidizing the wood processing industry. Despite that, most of the media coverage over an extended period has been focused on the PRICE of timber assortments and the way they are ALLOCATED.

After all mentioned above, we should not be surprised by the higher export of timber than furniture from Croatia.

Editorial Board

DRVENASTE BILJKE NACIONALNOG PARKA BRIJUNI

WOODY PLANTS OF THE BRIJUNI NATIONAL PARK

Tatjana MANDIĆ BULIĆ^{1*}, Marilena IDŽOJTIĆ²

SAŽETAK

U radu su inventarizirane i analizirane drvenaste biljke Nacionalnog parka Brijuni. Istražene su autohtone i alohtone svojte prisutne 2021. i 2022. godine na otocima Veli Brijun, Mali Brijun i Krasnica (Vanga). Analizirani su sljedeći podaci: broj svojti, pripadnost porodici, areal, habitus, trajnost listova, jedinstvene, razmjerno rijetko prisutne i invazivne svojte u Hrvatskoj. Zabilježeno je 228 drvenastih vrsta, podvrsta, varijeteta, kultivara i križanaca, od čega je 27 golosjemenjača, iz 13 rodova, a 201 kritosjemenjača, iz 128 rodova. Najviše rodova ima porodica Rosaceae, zatim slijede Lamiaceae, Asparagaceae i Cupressaceae. Najveći broj svojti imaju rodovi *Prunus* i *Ficus*. Prema habitusu, najzastupljenije su svojte drveća, dok su prema trajnosti listova najbrojnije vazdazelene svojte. Među zabilježenim svojtama nijedna nije jedinstvena za Hrvatsku, ali osam ih je razmjerno rijetko prisutno u uzgoju. Na području Nacionalnog parka Brijuni zabilježena je samo jedna u Hrvatskoj strogo zaštićena biljna vrsta, obična tisa (*Taxus baccata* L.), kao i dvije invazivne vrste, pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) i bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.). Na temelju istraživanja i dostupnih literaturnih podataka provedena je usporedba sadašnjeg stanja dendroflora s podacima s početka i kraja prošlog stoljeća. Istraživanje je pokazalo da je tijekom nešto više od jednog stoljeća došlo do značajne izmjene u sastavu drvenaste flore. Rezultati ovog rada pružaju vrijedan uvid u raznolikost i dinamiku dendroflora Nacionalnog parka Brijuni te naglašavaju važnost kontinuiranog monitoringa.

KLJUČNE RIJEČI: nacionalni parkovi, zaštićena područja, drveće, grmlje, dendroflora, inventarizacija, biološka raznolikost, invazivne vrste

UVOD INTRODUCTION

Zbog svojih geomorfološko-hidroloških, klimatskih i kraj-obraznih obilježja, uz bogatu floru i faunu te kulturno-povijesnu baštinu, otočje Brijuni proglašeno je nacionalnim parkom i spomen područjem 1983. godine. Ukupna površina parka iznosi 33,95 km², od čega 7,43 km² čini kopneni dio s 14 otoka, otočića i hridi. Najveći otoci su Veli Brijun i Mali Brijun. Nacionalnim parkom upravlja Javna ustanova Nacionalni park Brijuni (Plan upravljanja 2016), s posebnom pažnjom na održavanju ravnoteže između ciljeva očuvanja prirodnih i kulturnih vrijednosti te želja i potreba turizma i dionika. Nekim objektima ne upravlja Javna ustanova, već Državni ured za upravljanje državnom imo-

vinom, odnosno Državni protokol. Rješenjem Ministarstva kulture iz 2013. godine, područje Nacionalnog parka Brijuni zaštićeno je kao spomenik kulture – Kulturni krajolik otočja Brijuni. Cijelo područje parka uvršteno je u ekološku mrežu Natura 2000. Studija krajobraznog i prostornog identiteta otoka Veli Brijun izrađena je 2015. godine (Studija 2015).

Današnji specifični izgled krajolika posljedica je dugoročnog ljudskog djelovanja kroz povijest. Vizualna vrijednost krajolika jedna je od osnovnih vrijednosti Nacionalnog parka Brijuni. Povijesni karakter krajolika Velog Brijuna istražili su Dumbović Bilušić i dr. (2017). Nakon brojnih degradacija tijekom povijesti, poput sječe šuma i intenzivnog iskorištavanja kamena, krajem 19. i početkom 20. stoljeća krajolik je poprimio nove vrijednosti (Premužić Ančić i Gašparović 2017). Preobrazba otočja početkom 20. stoljeća

¹ Mr. sc. Tatjana Mandić Bulić, Pula Herculanea, Pula, Hrvatska

² Prof. dr. sc. Marilena Idžojić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Hrvatska

*dopisni autor: Tatjana Mandić Bulić, e-mail: tatjana.mandicb@herculanea.hr

može se pripisati viziji i načinu upravljanja austrijskog poduzetnika Paula Kupelwiesera, koji je Brijune pretvorio u klimatsko lječilište i turističko odredište. U to je doba posebna pozornost bila posvećena pejzažnom uređenju, za što je bio zaslužan šumar Alojz Čufar. Uz njegovu su pomoć na Brijunima formirani impresivni mediteranski pejzažni parkovi. Čufar je radio na krčenju makije, isušivanju i zatrpavanju močvara te pošumljavanju. Kamenolomi su oplemenjeni raznovrsnim autohtonim i egzotičnim biljem, opremljeni klupama u secesijskom duhu te pretvoreni u šetališta i odmorišta (Lenz Guttenberg 2007). Danas su od izvornog pejzažnog uređenja saniranih kamenoloma preostale samo konture, dok se bogato hortikulturno uređenje može pratiti na starim razglednicama (Premužić Ančić i Gašparović 2017). U Gospinoj uvali formiran je rasadnik biljaka te je započela temeljita sanacija zapuštenih površina. U prvih šest godina posađeno je više desetaka tisuća sadnica koje su dolazile iz Austrije, Francuske, Grčke, Španjolske, Egipta, s Bliskog istoka, pa čak iz Japana i Kine (Begović i Schrunck 2006). Tridesetih godina prošlog stoljeća Brijuni su prešli u talijansko vlasništvo, a nova uprava provodila je sječu šuma, čime se krajolik ponovno eksploatirao i devastirao. Tijekom Drugog svjetskog rata nastavila se degradacija prostora te se intenzivira sječa šuma (Mlakar 1971). Nakon Drugog svjetskog rata, do 1951. godine, sječom se nastavljalo drastično mijenjati izvorno perivojno uređenje otoka (Pavlek i dr. 1952). Osim ljudske aktivnosti, bogatu floru neprestano je ugrožavala i divljač. Od 1952. godine otočje je bilo zatvoreno za javnost kao rezidencijsko područje te se radilo na njegovu uređenju. Nakon proglašenja nacionalnim parkom, velik dio zaštićenog područja otvoren je za javnost.

Biljni pokrivač otočja sastoji se od pejzažnih parkova i parkova oko vila i hotela (27 ha), srednjih šuma crnike (25 ha), niskih šuma crnike (145 ha), šuma crnike s lovorom (72 ha), borovih i čempresovih šuma (25 ha), makije (25 ha), livada i travnjaka (137 ha), poljoprivrednih površina (19 ha), dendrološkog rasadnika (2 ha), cvjetnog rasadnika (2 ha) te lovkvi i močvara (7 ha). Pejzažni parkovi s prostranim otvorenim travnjacima čine dvije petine površine najvećeg i najposjećenijeg otoka, Velog Brijuna. Parkovne površine postoje i na Malom Brijunu (10 ha) i Krasnici (1 ha) (Plan upravljanja 2016). Vegetacijska istraživanja na ovom području prvi je proveo Horvatić (1963). U Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003–2012) naveden je i sintaksonomski pregled šumskih zajednica (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2003). Na otočju su prisutne sljedeće šumske zajednice: šuma hrasta crnike i crnog jasena (*Fraxino ornī-Quercetum ilicis* Horvatić (1956) 1958), sa subasociacijama *typicum* i *lauretosum* Horvatić 1958, te čiste vazdazelene šume i makije crnike s mirtom (*Myrto-Quercetum ilicis* (Horvatić 1963) Trinajstić 1985).

U Prostornom planu Nacionalnog parka Brijuni, u Članku 103., Mjera 8., pod nazivom „Uređenje šuma i urbanih pro-

stora”, istaknuto je da je floru Nacionalnog parka potrebno detaljno istražiti kako bi se utvrdile vrste te atraktivno prezentirala saznanja o njoj. Inventarizaciju samonikle vaskularne flore brijunskog otočja, u koju nisu bile uključene uzgajane svojte, proveli su Bogdanović i Ljubičić (2018, 2019, 2023). U Članku 117. iste Mjere navodi se da je u programu istraživanja, koji je neophodan za donošenje cjelovitog programa zaštite, potrebno provesti istraživanje biljaka, odnosno usporedbu stanja u prošlosti s današnjim stanjem. U Planu upravljanja Nacionalnim parkom Brijuni za razdoblje od 2016. do 2025. godine (Plan upravljanja 2016) navedeno je da vegetacija Nacionalnog parka Brijuni, a posebno ona nešumska, nikada nije bila sustavno i detaljno istražena. Zbog toga je istaknuta potreba za provođenjem vegetacijskih istraživanja u nadolazećim godinama. Sukladno tome, ciljevi ovoga istraživanja bili su: 1) inventarizacija i analiza dendroflora na području triju najvećih otoka Nacionalnog parka Brijuni te 2) usporedba i analiza promjena u sadašnjem bogatstvu dendroflora u odnosu na podatke dostupne s početka i kraja prošlog stoljeća.

MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Istraživanje je provedeno na području Nacionalnog parka Brijuni, na otocima Veli Brijun, Mali Brijun i Krasnica (Vanga). Navedeni otoci izabrani su jer se izdvajaju veličinom u odnosu na ostale manje otočice, ali i zbog toga što su na njima sadene ukrasne biljke i oblikovani perivoji. Predmet istraživanja bile su autohtone i alohtone drvenaste svojte, uključujući vrste, podvrste, varijetete, forme, križance i kultivare.

Radi utvrđivanja bogatstva drvenastih svojti obavljeno je terensko istraživanje navedenih otoka. Istraživanje je obuhvatilo površine pod šumama i makijama, perivoje oko hotela, vila i drugih objekata, pejzažne parkove te sadašnji rasadnik. Bivši rasadnik, sadašnji Mediteranski vrt, kao posebno ograđena hortikulturna cjelina, nije bio uključen u istraživanje. Na uređenim hortikulturnim površinama, uključujući perivoje, pejzažne parkove i rasadnik, determinirane su sve biljke. Na površinama pod šumama i makijama biljke su determinirane na ukupno 292 plohe dimenzija 20×20 m (400 m²). Plohe su postavljene sustavno, pri čemu je prva ploha odabrana nasumično ili proizvoljno, dok su ostale ravnomjerno raspoređene na istraživanom području. Udaljenost između ploha prilagođena je uvjetima šume, dok su na površinama pod makijama plohe većinom postavljene na njihovim rubovima zbog otežane prohodnosti i lakše dostupnosti biljaka.

Istraživanje je provedeno u razdoblju od proljeća 2021. do proljeća 2022. godine kako bi se obuhvatile i vegetativna i generativna faza razvoja biljaka, posebno onih za čiju je točnu determinaciju potrebno obuhvatiti obje faze. Tijekom terenskih istraživanja uspostavljena je baza fotografija mor-

foloških obilježja pojedinih svojti. Za potvrdu determinacije korišteni su sljedeći literaturni izvori: Bärtles i Schmidt (2014), Dirr (2011), Farjon (2010), Idžojtić (2005, 2009, 2013, 2019), Krüssmann (1972, 1976), Roloff i Bärtels (2008) i Roloff i dr. (1994–2020).

Nakon inventarizacije, odnosno utvrđivanja bogatstva drvenastih svojti, analizirani su sljedeći podaci: brojnost pojedinih svojti, pripadnost porodici, areal, habitus, trajnost listova, jedinstvene, rijetko prisutne i invazivne svojte u Hrvatskoj. Prema trajnosti listova, svojte su klasificirane u tri kategorije (Idžojtić 2009): vazdazelene, listopadne i zimzelene. Što se tiče habitusa, svojte su grupirane u osnovne kategorije (Idžojtić 2005): drveće, grmlje i polugrmovi. Uz to, dodane su dvije specifične kategorije koje su obuhvatile penjačice i povijuše te palme. Naime penjačice i povijuše, iako pripadaju grmovima, izdvojene su zbog specifičnog izgleda te su ovom radu posebno analizirane. Slično tome, palme, ovisno o načinu rasta, pripadaju drveću ili grmlju, ali su zbog svog specifičnog izgleda i važnosti za mediteransko podneblje također posebno izdvojene. Invazivne strane drvenaste vrste definirane su prema sljedećim autorima: Idžojtić i Zebec (2006), Boršić i dr. (2008) i Nikolić i dr. (2014). Također, posebna pažnja posvećena je utvrđivanju je li neka od autohtonih svojti klasificirana kao strogo zaštićena (Narodne novine br. 144/13).

Analiza promjene sastava biljaka tijekom vremena napravljena je usporedbom današnjeg stanja s popisima drvenastih svojti prema Makowskom (1908) i Karavli i Idžojtić (1993). U navedenim popisima dio znanstvenih naziva biljaka sada su sinonimi te su u ovom radu svi nazivi ujednačeni prema *World Flora Online* (WFO 2025), sukladno pravilima iz *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants* (Turland i dr. 2018). Standardizirana imena autora znanstvenih naziva navedena su prema Brummit i Powell (1992). Nazivi kultivara navedeni su prema Hoffman (2016), sukladno pravilima iz *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants* (Brickell i dr. 2016).

REZULTATI RESULTS

Na istraživanom području Nacionalnog parka Brijuni zabilježeno je ukupno 228 različitih drvenastih svojti (Tablica 1), od čega je 181 vrsta, 35 kultivara, 10 podvrsta, jedan varijetet i jedan križanac. Autohtonih svojti je 44, a 148 je alohtonih. Na Velom Brijunu zabilježene su 194 svojte, na Malom Brijunu 57 svojti te na Krasnici 104 svojte. Svojt prisutnih isključivo na Velom Brijunu ima 97, na Malom Brijunu 11 i na Krasnici 23. Zabilježene svojte pripadaju ukupno 71 porodici. Najviše rodova ima porodica Rosaceae, 11, zatim slijede Lamiaceae sa sedam, Asparagaceae sa šest i Cupressaceae s pet rodova. Najviše je svojti koje su jedini predstavnici svoga roda. Brojnošću svojti izdvajaju se rodovi s po četiri svojte: *Abies* L. (jele), *Acer* L. (javori), *Cedrus* Mill.

(cedrovi), *Pinus* L. (borovi), *Teucrium* L. (dubačci) i *Vinca* L. (pavenke). Po pet svojti imaju rodovi *Buxus* L. (šimširi), *Citrus* L. (agrumi) i *Nerium* L. (oleandri). Rod *Ficus* L. (smokve) zastupljen je sa sedam različitih svojti, a najveći broj svojti, njih osam, ima rod *Prunus* L. Svojt koje pripadaju golosjemenjačama je 27, iz 13 rodova. Kritosjemenjačama pripada 201 svojta, iz 128 rodova. Od biljaka iz prirode koje nisu autohtone na istraživanom području, najveći broj dolazi iz Azije, ukupno 49 svojti. S područja Sjeverne i Južne Amerike je 28 svojti, od čega je 14 s područja Meksika, Srednje i Južne Amerike, 11 iz Sjeverne Amerike, a preostale tri su iz Sjeverne i Srednje Amerike. S područja Sredozemlja je 25 svojti. Iz Afrike je osam svojti, četiri su svojte iz Australije, četiri iz Japana, dvije s Novog Zelanda, tri iz Azije i Australije. Devet svojti rasprostranjeno je u Europi, Aziji i Africi. Također, devet svojti rasprostranjeno je u Europi i Aziji, pet je europskih svojti i jedna je rasprostranjena u Europi i Africi. Egzotične svojte najvećim su dijelom prisutne oko hotela i vila. Biljke iz uzgoja, odnosno svi zabilježeni ukrasni kultivari nemaju areal, kao ni neke voćkarice. Eukalipti (*Eucalyptus* sp.) su zbog specifičnosti determinacije zabilježeni na razini roda. Prema habitusu, najviše je drveća, 81 svojta, grmova su 73 svojte, a 32 svojte rastu kao grmovi ili drveće. Polugrmova je 19 svojti, koliko ima i penjačica. Na istraživanom području zabilježene su četiri palme, od kojih tri rastu na otvorenom prostoru (mala žumara, *Chamaerops humilis* L.; velika žumara, *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl. i kanarska datulja, *Phoenix canariensis* Chabaud), a jedna je sobna biljka (palma sreće, *Chamaedorea elegans* Mart.). Jedna svojta raste kao grm ili polugrm (kameni cvijet, *Graptopetalum paraguayense* (N.E.Br.) E.Walther). Prema trajnosti listova, najviše je vazdazelenih svojti, 150, dok je listopadnih 70. Pet je zim zelenih svojti: velecjetna abelija, *Abelia* × *grandiflora* (Rovelli ex André) Rehder; Isusov trn, *Euphorbia milii* Des Moul.; žičana puza vica, *Muehlenbeckia complexa* Meisn.; muke Kristove, *Passiflora caerulea* L. i primorska kupina, *Rubus ulmifolius* Schott. Listopadna ili zimzelena je *Lonicera* × *heckrottii* 'Goldflame', a zimzelene ili vazdazelene su japanska kozokrvina, *Lonicera japonica* Thunb. i čubar, *Satureja montana* L. Od zabilježenih svojti nijedna nije jedinstvena u Hrvatskoj, a razmjerno rijetko prisutne su: balearski šimšir, *Buxus balearica* Lam.; *Cordyline fruticosa* 'Red Edge'; meksički čempres, *Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel; himalajski čempres, *Cupressus torulosa* D.Don; firmijana, *Firmiana simplex* (L.) W.Wight; žičana puzavica, *Muehlenbeckia complexa* Meisn.; avokado, *Persea americana* Mill. i američka lipa, *Tilia americana* L. Jedina drvenasta vrsta zabilježena na istraživanom području koja se nalazi na popisu strogo zaštićenih biljnih vrsta (Narodne novine br. 144/13) je obična tisa, *Taxus baccata* L. Zabilježene su dvije invazivne strane drvenaste vrste (Idžojtić i Zebec 2006; Boršić i dr. 2008; Nikolić i dr. 2014): obični bagrem, *Robinia pseudoacacia* L. i pajasen, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle.

Prema popisu flore s početka 20. stoljeća (Makowsky 1908), na Velom i Malom Brijunu bilo je 557 svojti, od čega su 93 drvenaste (Tablica 1). Na popisu dendroflor otoka Velog Brijuna, Malog Brijuna i Krasnice, s kraja 20. stoljeća (Karavla i Idžojić 1993), ukupno je bilo 360 svojti (Tablica 1). Od toga su 133 svojte bile u nekadašnjem rasadniku (današnji Mediteranski vrt), koji nije uvršten u ovo istraživanje, odnosno na istraživanom području je zabilježeno 227 drvenastih svojti.

Tablica 1. Popis drvenastih svojti otoka Veli Brijun, Mali Brijun i Krasnica (Vanga) 2022. godine te prisutnost drvenastih svojti u popisima prema Makowskom (1908) i Karavli i Idžojić (1993)

Table 1. List of woody taxa of the islands of Veli Brijun, Mali Brijun and Krasnica (Vanga) in 2022 and the presence of woody taxa according to Makowsky (1908) and Karavla and Idžojić (1993)

R. br. No.	Svojta Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
1.	<i>Abelia</i> × <i>grandiflora</i> (Rovelli ex André) Rehder	velecvjetna abelija	Caprifoliaceae		+				
2.	<i>Abies alba</i> Mill.	obična jela	Pinaceae	sred. i juž. Europa	+				
3.	<i>Abies cephalonica</i> Loud.	grčka jela	Pinaceae	juž. Europa	+				+
4.	<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	kavkaska jela	Pinaceae	M. Azija	+			+	+
5.	<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	španjolska jela	Pinaceae	juž. Španjolska, Maroko	+				+
6.	<i>Abies pinsapo</i> 'Glaucá'		Pinaceae						+
7.	<i>Acacia dealbata</i> Link	mimoza	Fabaceae	Australija	+				
8.	<i>Acacia longifolia</i> (Andr.) Wild.	zlatna akacija	Fabaceae	Australija					+
9.	<i>Acer campestre</i> L.	klen	Sapindaceae	Europa, M. Azija, sj. Afrika	+			+	+
10.	<i>Acer monspessulanum</i> L.	maklen	Sapindaceae	juž. Europa, jugozap. Azija, sj. Afrika		+			+
11.	<i>Acer palmatum</i> 'Shigitatsu-sawa' ('Reticulatum')		Sapindaceae		+				
12.	<i>Acer palmatum</i> 'Atropurpureum'		Sapindaceae		+				
13.	<i>Acer palmatum</i> 'Dissectum Atropurpureum'		Sapindaceae						+
14.	<i>Acer platanoides</i> L.	javor mlječ	Sapindaceae	Europa				+	
15.	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>deliciosa</i> (A.Chev.) A.Chev. (<i>Actinidia chinensis</i> Planch.)**	kivi	Actinidiaceae	Kina					+
16.	<i>Agave americana</i> L.	obična agava	Asparagaceae	Meksiko	+	+	+	+	+
17.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	pajasen	Simaroubaceae	Kina	+	+			+
18.	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	albicija	Fabaceae	jugozap. i ist. Azija					+
19.	<i>Aloiampelos striatula</i> (Haw.) Klopfer et Gideon F.Sm. (<i>Aloe striatula</i> Haw.)***		Asphodelaceae	juž. Afrika	+		+		
20.	<i>Araucaria araucana</i> (Molina) K.Koch	čileanska araukarija	Araucariaceae	J. Amerika					+
21.	<i>Arbutus unedo</i> L.	obična planika	Ericaceae	Europa, M. Azija	+	+	+	+	+
22.	<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch.Bip.	kanarska ivančica	Asteraceae	Kanarski otoci	+				
23.	<i>Argyrobolium zanonii</i> (Turra) P.W.Ball	srebrnasta tila	Fabaceae	Afrika, Azija				+	
24.	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (Moric.) K.Koch (<i>Salicornia macrostachya</i> Moric.)*	modrozeleni omakalj	Amaranthaceae	Sredoz., oko Crvenog mora, Bliski Istok			+	+	
25.	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	šparožina	Liliaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
26.	<i>Atriplex halimus</i> L.	primorska pepeljuša	Amaranthaceae	juž. Europa, sj. Afrika	+		+		+
27.	<i>Atriplex portulacoides</i> L.	primorska omaklina	Amaranthaceae	zap. i juž. Europa, zap. Azija, sj. Afrika			+		+
28.	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	japanska aukuba	Garryaceae	Japan			+		+
29.	<i>Aucuba japonica</i> 'Picturata'		Garryaceae						+
30.	<i>Aucuba japonica</i> 'Crotonifolia'		Garryaceae		+				
31.	<i>Berberis aquifolium</i> Pursh (<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.)*	obična mahonija	Berberidaceae	zap. dio S. Amerike	+		+		+
32.	<i>Berberis julianae</i> C.K.Schneid.	Julijanina žutika	Berberidaceae	Kina	+		+		+
33.	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'	crvenolisna žutika	Berberidaceae		+		+		
34.	<i>Berberis</i> × <i>stenophylla</i> Lindl.		Berberidaceae						+
35.	<i>Bougainvillea</i> × <i>buttiana</i> 'Barbara Karst'	bugenvilija	Nyctaginaceae		+				
36.	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	bugenvilija	Nyctaginaceae	J. Amerika					+
37.	<i>Broussonetia papyrifera</i> L. (Vent.)	dudovac	Moraceae	Azija				+	+
38.	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	ljetni jorgovan	Scrophulariaceae	Kina			+		
39.	<i>Buxus balearica</i> Lam.	balearski šimšir	Buxaceae	zap. Mediteran	+				+
40.	<i>Buxus sempervirens</i> L.	obični šimšir	Buxaceae	juž. i zap. Europa, sj. Afrika, M. Azija, Kavkaz	+			+	+
41.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Angustifolia'		Buxaceae		+				
42.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Argenteovariegata'		Buxaceae						+
43.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Aureovariegata'		Buxaceae						+
44.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Elegantissima'		Buxaceae		+				
45.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Rosmarinifolia'		Buxaceae		+				
46.	<i>Buxus sempervirens</i> 'Suffruticosa'		Buxaceae						+
47.	<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	kalifornijski libocedar	Cupressaceae	zap. dio S. Amerike	+				+
48.	<i>Campsis radicans</i> (L.) Bureau	tekoma	Bignoniaceae	S. Amerika					+
49.	<i>Campsis</i> × <i>tagliabuana</i> 'Mme Galen'	tekoma	Bignoniaceae		+				
50.	<i>Camellia japonica</i> L.	japanska kamelija	Theaceae	Azija					+
51.	<i>Camellia japonica</i> 'Althaeiflora'		Theaceae						+
52.	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	bjelograbić	Betulaceae	jugoist. Europa, Krim, Kavkaz, M. Azija, sj. Iran		+			

R. br. No.	Svojt Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
53.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	europski pitomi kesten	Fagaceae	juž. Europa, sj. Afrika, M. Azija, Kavkaz	+				+
54.	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	ataski cedar	Pinaceae	sjeverozap. Afrika	+				+
55.	<i>Cedrus atlantica</i> 'Glaucua'		Pinaceae		+		+		+
56.	<i>Cedrus deodara</i> (Roxb. ex D.Don) G.Don	himalajski cedar	Pinaceae	Himalaja	+	+			+
57.	<i>Cedrus libani</i> (L.) A.Rich.	libanonski cedar	Pinaceae	Turska, Libanon, Sirija	+				+
58.	<i>Celtis australis</i> L.	obični koprivić, koščela, ladonja	Cannabaceae	juž. Europa, sj. Afrika, jugozap. Azija	+	+	+	+	+
59.	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	judić	Fabaceae	ist. Sredoz.	+				+
60.	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	japanska dunjica	Rosaceae	Japan	+				
61.	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	palma sreće	Arecaceae	Meksiko, Sred. Amerika	+				
62.	<i>Chamaerops humilis</i> L.	mala žumara	Arecaceae	zap. i sred. Sredoz.	+		+	+	
63.	<i>Chimonanthus praecox</i> (L.) Link	mirisni kimonant	Calycanthaceae	Azija					+
64.	<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi (<i>Jasminum fruticans</i> L.)*	žuti jasmin	Oleaceae	Sredoz., Bliski istok				+	
65.	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl	kamforovac	Lauraceae	Kina, Tajvan, Koreja, Vijetnam, Japan	+		+		+
66.	<i>Cistus creticus</i> L. (<i>C. villosus</i> L.) *	obični bušin	Cistaceae	Sredoz.		+		+	+
67.	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	ljepljivi bušin	Cistaceae	juž. Europa, sj. Afrika	+	+		+	+
68.	<i>Cistus salviifolius</i> L.	kaduljasti bušin	Cistaceae	juž. Europa, sj. Afrika				+	+
69.	<i>Citrus aurantium</i> L.	gora naranča	Rutaceae	jugoist. Azija			+	+	+
70.	<i>Citrus japonica</i> Thunb. (<i>Fortunella margarita</i> (Lour.) Swingle)***	kumkvat	Rutaceae	Kina			+		
71.	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	limun	Rutaceae	jugoist. Azija			+		+
72.	<i>Citrus medica</i> L.	četrin	Rutaceae						+
73.	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	mandarina	Rutaceae	jugoist. Azija			+		+
74.	<i>Citrus trifoliata</i> L. (<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.)**	trolisni limun	Rutaceae	sj. Kina, Koreja			+		+
75.	<i>Clematis flammula</i> L.	škrobut	Ranunculaceae	Sredoz., jugozap. Azija	+	+	+	+	+
76.	<i>Clematis</i> 'Abendstern'		Ranunculaceae						+
77.	<i>Clematis</i> 'Jackmanii'		Ranunculaceae						+
78.	<i>Clematis</i> 'Jackmanii Alba'		Ranunculaceae						+
79.	<i>Clematis</i> 'Lasurstern'		Ranunculaceae						+
80.	<i>Clematis</i> 'Nelly Moser'		Ranunculaceae						+
81.	<i>Clematis vitalba</i> L.	obična pavit	Ranunculaceae	sred. i juž. Europa, Kavkaz, M. Azija	+		+		+
82.	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) A.Juss. (<i>Croton variegatus</i> L.)***	kroton	Euphorbiaceae	jugoist. Azija, Australija, pacifički otoci	+		+		
83.	<i>Colutea arborescens</i> L.	pucalina	Fabaceae	Europa, Azija, S. i J. Amerika				+	
84.	<i>Cordylone australis</i> (G.Forst.) Endl.	kordilina	Asparagaceae	N. Zeland	+		+		
85.	<i>Cordylone fruticosa</i> 'Red Edge'		Asparagaceae		+				
86.	<i>Cornus mas</i> L.	drijen	Cornaceae	Europa					+
87.	<i>Corylus maxima</i> Mill.	makedonska lijeska	Betulaceae	jugoist. Europa, M. Azija				+	
88.	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne	poglela mušmulica	Rosaceae	Kina					+
89.	<i>Crassula arborescens</i> subsp. <i>undulatifolia</i> Toelken		Crassulaceae	J. Afrika	+				
90.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	jednoplodnički glog	Rosaceae	Europa	+	+		+	+
91.	<i>Crithmum maritimum</i> L.	motar	Apiaceae	Sredoz., zap. Europa, Kanarsko otočje, Madeira, Crno more	+	+	+	+	
92.	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	kuningamija	Taxodiaceae	Azija					+
93.	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	obični čempres	Cupressaceae	Kreta, Cipar, Mala Azija, Iran	+	+		+	+
94.	<i>Cupressus torulosa</i> D.Don ex Lamb.	himalajski čempres	Cupressaceae	Himalaja	+				+
95.	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	cikas, sagopalma	Cycadaceae	Japan	+		+		+
96.	<i>Dasyllirion serratifolium</i> (Karw. ex Schult. et Schult.f.) Zucc.	sotol	Asparagaceae	Meksiko			+		
97.	<i>Dasyllirion texanum</i> Scheele.	teksiški sotol	Asparagaceae	Sj. Amerika					+
98.	<i>Deutzia scabra</i> Thunb.	hrapava dojcija	Hydrangeaceae	Japan, Kina	+				
99.	<i>Diospyros kaki</i> L.f.	kakijevac	Ebenaceae	Japan, Kina	+				+
100.	<i>Dracaena draco</i> (L.) L.	pravi zmajevac	Asparagaceae	Kanarsko otočje, Madeira, Zelenortski otoci					+
101.	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	mirisni zmajevac	Asparagaceae	Afrika	+				
102.	<i>Dracaena fragrans</i> 'Massangeana'		Asparagaceae		+				+
103.	<i>Dracaena fragrans</i> 'Ulises'		Asparagaceae		+				
104.	<i>Elaeagnus commutata</i> Bernh. ex Rydb.	srebrnasta dafina	Elaeagnaceae	S. Amerika					+
105.	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	trnasta dafina	Elaeagnaceae	Japan			+		
106.	<i>Elaeagnus</i> × <i>reflexa</i> É.Morren et Decne.		Elaeagnaceae						+
107.	<i>Erica arborea</i> L.	veliki vrijes	Ericaceae	Sredoz., Afrika	+	+	+	+	+
108.	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	japanska mušmula	Rosaceae	Kina	+		+		
109.	<i>Erythrostemon gilliesii</i> (Hook.) Klotzsch (<i>Caesalpinia gilliesii</i> (Hook.) D.Dietr.)**	cezalpinija, poncijana	Fabaceae	J. Amerika					+
110.	<i>Eucalyptus</i> sp.	eukalipti	Myrtaceae	Australija	+		+		+
111.	<i>Euonymus europaeus</i> L.	obična kurika	Celastraceae	Europa, Azija				+	+
112.	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	japanska kurika	Celastraceae	Japan, Koreja			+	+	+

R. br. No.	Svojta Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
113.	<i>Euonimus japonicus</i> 'Microphyllus'		Celastraceae						+
114.	<i>Euonimus japonicus</i> 'Ovatus Aureus'		Celastraceae						+
115.	<i>Euphorbia characias</i> subsp. <i>wulfenii</i> (Hoppe ex W.D.J.Koch) Radcl.-Sm.	Wulfenova mlječika	Euphorbiaceae	Sredoz.				+	
116.	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Kristov trn, Isusov trn	Euphorbiaceae	Madagaskar	+				
117.	<i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. et Planch.	fatsija, japanski brestanj	Araliaceae	Japan	+				+
118.	<i>Feijoa sellowiana</i> (O.Berg) O.Berg (<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret)**	fežoa	Myrtaceae	J. Amerika	+		+		+
119.	<i>Ficus benjamina</i> L.	malajska smokva	Moraceae	Azija, Australija	+				
120.	<i>Ficus benjamina</i> 'Natasja'		Moraceae		+				
121.	<i>Ficus binnendijkii</i> 'Alii'		Moraceae		+				
122.	<i>Ficus carica</i> L.	obična smokva	Moraceae	jugozap. Azija	+	+	+	+	+
123.	<i>Ficus deltoidea</i> Jack	sitnolisni fikus	Moraceae	jugoist. Azija	+				
124.	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Homem.	gumijevac	Moraceae	jugoist. Azija	+				
125.	<i>Ficus elastica</i> 'Variegata'		Moraceae		+				
126.	<i>Firmiana simplex</i> (L.) W.Wight	firmijana	Malvaceae	Kina, Japan			+		+
127.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	crni jasen	Oleaceae	juž. Europa, M. Azija	+	+		+	+
128.	<i>Genista tinctoria</i> L.	velika žutilovka	Fabaceae	Europa, zap. Azija				+	
129.	<i>Ginkgo biloba</i> L.	ginko	Ginkgoaceae	Kina	+				+
130.	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	trnovac	Fabaceae	ist. dio S. Amerike			+		+
131.	<i>Graptopetalum paraguayense</i> (N.E.Br.) E.Walther	kameni cvijet	Crassulaceae	Meksiko	+				
132.	<i>Grevillea juniperina</i> R.Br.	bodljikava grevileja	Proteaceae	Australija	+				
133.	<i>Hedera algeriensis</i> 'Gloire de Marengo'		Araliaceae		+				
134.	<i>Hedera colchica</i> (K.Koch) K.Koch	kavkaski bršljan	Araliaceae	jugoist. Europa, jugozap. Azija	+		+		+
135.	<i>Hedera colchica</i> 'Aurovariegata'		Araliaceae						+
136.	<i>Hedera colchica</i> 'Dentata Variegata'		Araliaceae						+
137.	<i>Hedera helix</i> L.	obični bršljan	Araliaceae	Europa, sj. Afrika, jugozap. Azija	+	+	+	+	+
138.	<i>Hedera helix</i> 'Aureovariegata'		Araliaceae						+
139.	<i>Hedera helix</i> 'Palmata'		Araliaceae						+
140.	<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G.Don	smilje	Asteraceae	Sredoz.	+	+			+
141.	<i>Helichrysum petiolare</i> Hilliard et B.L.Burt	viseće smilje	Asteraceae	J. Afrika	+				
142.	<i>Heptapleurum arboricola</i> Hayata (<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.)***	šeflera	Araliaceae	Tajvan, Kina	+				
143.	<i>Heptapleurum arboricola</i> 'Gold Capella'		Araliaceae		+				
144.	<i>Hesperocyparis arizonica</i> (Greene) Bartel (<i>Cupressus arizonica</i> Greene var. <i>arizonica</i>)**	arizonski čempres	Cupressaceae	jugozap. dio Sjeverne Amerike	+		+		+
145.	<i>Hesperocyparis lusitanica</i> (Mill.) Bartel (<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.) ***	meksički čempres	Cupressaceae	Meksiko, Sred. Amerika	+				
146.	<i>Hesperocyparis macrocarpa</i> (Hartw.) Bartel (<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.)**	kaliifornijski čempres	Cupressaceae	Kalifornija					+
147.	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	sirijski hibiskus	Malvaceae	Kina, Indija	+			+	+
148.	<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen (<i>Coronilla emerus</i> L. ssp. <i>emeroides</i> ** , <i>Coronilla emerus</i> L.*)	šibika	Fabaceae	sred. i juž. Europa	+	+	+	+	+
149.	<i>Hydrangea arborescens</i> L.	drvolika hortenzija	Hydrangeaceae	ist. dio SAD-a					+
150.	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	velelisna hortenzija	Hydrangeaceae	Himalaja, Kina, Japan	+		+		
151.	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	krvava pljuskavica	Hypericaceae	Europa, sj. Afrika, zap. Azija				+	
152.	<i>Hypericum calycinum</i> L.	velecvjjetna pljuskavica	Hypericaceae	jugoist. Europa, M. Azija	+				+
153.	<i>Ilex aquifolium</i> 'Argentea Marginata'		Aquifoliaceae		+				
154.	<i>Ilex aquifolium</i> 'Aurea Marginata'		Aquifoliaceae						+
155.	<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelser et Meijden (<i>Senecio bicolor</i> (Willd.) Tod.)**	primorska pepeljuša	Asteraceae	juž. Europa, sjeverozap. Afrika	+		+		+
156.	<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	rani jasmin	Oleaceae	Kina	+				+
157.	<i>Jasminum officinale</i> L.	perzijski jasmin	Oleaceae	Kavkaz, Azija				+	
158.	<i>Juglans regia</i> L.	obični orah	Juglandaceae	Azija				+	
159.	<i>Juniperus chinensis</i> L.	kineska borovica	Cupressaceae	Azija					+
160.	<i>Juniperus deltoides</i> R.P.Adams (<i>J. oxycedrus</i> subsp. <i>deltoides</i> (R.P.Adams) N.G.Passal.)*, **	šmrika, smrič	Cupressaceae	Sredoz., jugozap. Azija	+	+	+	+	+
161.	<i>Juniperus macrocarpa</i> Sm.	pukinja, ljuskavac	Cupressaceae	Sredoz.				+	
162.	<i>Juniperus</i> × <i>pfitzeriana</i> 'Pfitzeriana Glauca'		Cupressaceae		+				
163.	<i>Juniperus</i> × <i>pfitzeriana</i> 'Wilhelm Pfitzer'		Cupressaceae		+				
164.	<i>Juniperus sabina</i> L.	planinska somina	Cupressaceae	Europa, Azija					+
165.	<i>Juniperus sabina</i> 'Tripartita'								+
166.	<i>Juniperus virginiana</i> L.	virginijska borovica	Cupressaceae	S. Amerika					+
167.	<i>Justicia brandegeana</i> Wasm. et L.B.Sm.	ukrasni hmelj	Acanthaceae	Meksiko	+				
168.	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	lagerstremija	Lythraceae	Kina	+		+		+
169.	<i>Lantana camara</i> L.	uresna lantana	Verbenaceae	tropsko područje Amerike			+		
170.	<i>Larix decidua</i> (L.) Mill.	europski ariš	Pinaceae	Europa					+
171.	<i>Laurus nobilis</i> L.	lovor	Lauraceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
172.	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	uskolisna lavanda	Lamiaceae	zap. Sredoz.	+		+		

R. br. No.	Svojta Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
173.	<i>Lavandula latifolia</i> Medik.	širokolisna lavanda	Lamiaceae	zap. Sredoz.					+
174.	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	japanska veliselna kalina	Oleaceae	Kina, Koreja, Japan	+		+		+
175.	<i>Ligustrum lucidum</i> 'Tricolor'		Oleaceae		+				
176.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	obična kalina	Oleaceae	juž. Europa, M. Azija, Kavkaz, sj. Afrika				+	
177.	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	američki likvidambar	Altingiaceae	ist. dio SAD-a, Meksiko, Gvatemala	+				
178.	<i>Lonicera etrusca</i> Santi	orlovi nokti	Caprifoliaceae	Sredoz.				+	
179.	<i>Lonicera × heckrottii</i> 'Goldflame'		Caprifoliaceae		+				
180.	<i>Lonicera implexa</i> Aiton	Božje drvece	Caprifoliaceae	Sredoz.	+		+	+	+
181.	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	japanska kozokrvina	Caprifoliaceae	Japan, Koreja, Kina	+				
182.	<i>Lonicera ligustrina</i> var. <i>pileata</i> (Oliv.) Franch. (L. <i>pileata</i> Oliv.)**	kalinasta kozokrvina	Caprifoliaceae	Kina					+
183.	<i>Lonicera tatarica</i> L.	tatarska kozokrvina	Caprifoliaceae	sred. Azija					+
184.	<i>Lotus hirsutus</i> L. (<i>Bonjeanea hirsuta</i> (L.) Rchb. *, <i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.**)	dlakava bijeloglavica	Fabaceae	Sredoz.	+		+	+	+
185.	<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K.Schneid.	maklura	Moraceae	S. Amerika	+				+
186.	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	velecvjetna magnolija	Magnoliaceae	jugoist. dio S. Amerike	+		+	+	+
187.	<i>Magnolia tripetala</i> (L.) L.	kišobranasta magnolija	Magnoliaceae	SAD					+
188.	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	pitoma jabuka	Rosaceae				+	+	+
189.	<i>Mangifera indica</i> L.	mangovac	Anacardiaceae	jugoist. Azija					+
190.	<i>Melaleuca citrina</i> (Curtis) Dum.Cours. (<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels)**	četkovac, kalistemon	Myrtaceae	Australija					+
191.	<i>Melaleuca citrina</i> 'Splendens'		Myrtaceae		+				
192.	<i>Melia azedarach</i> L.	očenašica	Meliaceae	juž. i jugoist. Azija, Australija		+			+
193.	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	monstera, filodendron	Araceae	tropsko područje Amerike	+				
194.	<i>Morus alba</i> L.	bijeli dud	Moraceae	Kina	+		+	+	+
195.	<i>Morus alba</i> 'Macrophylla'		Moraceae		+				
196.	<i>Morus alba</i> 'Pendula'		Moraceae		+				+
197.	<i>Morus nigra</i> L.	crni dud	Moraceae	jugoist. Azija				+	
198.	<i>Morus rubra</i> L.	crveni dud	Moraceae	S. Amerika					+
199.	<i>Muehlenbeckia complexa</i> Meisn.	žičana puzavica	Polygonaceae	Novi Zeland, Lord Howe	+				
200.	<i>Myrtus communis</i> L.	mirta, mirča	Myrtaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
201.	<i>Myrtus communis</i> subsp. <i>tarentina</i> (L.) Nyman	sitnolisna mirta	Myrtaceae	Sredoz.	+				+
202.	<i>Nandina domestica</i> Thunb.	nebeski bambus	Berberidaceae	Kina	+				
203.	<i>Nandina domestica</i> 'Twilight'		Berberidaceae		+				
204.	<i>Nerium oleander</i> L.	oleandar	Apocynaceae	Europa, Afrika, Azija	+	+		+	+
205.	<i>Nerium oleander</i> 'Alsace'		Apocynaceae		+				
206.	<i>Nerium oleander</i> 'Floreplena'		Apocynaceae						+
207.	<i>Nerium oleander</i> 'Roseum Plenum'		Apocynaceae		+				
208.	<i>Nerium oleander</i> 'Sealy Pink'		Apocynaceae		+				
209.	<i>Nerium oleander</i> 'Soeur Agnes'		Apocynaceae		+				
210.	<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i>	maslina	Oleaceae		+	+	+	+	+
211.	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>sylvestris</i> (Mill.) Rouy	divlja maslina	Oleaceae	Sredoz.	+	+			+
212.	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	indijska smokva	Cactaceae	Meksiko	+	+	+		+
213.	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	crni grab	Betulaceae	juž. Europa, M. Azija				+	+
214.	<i>Ostrya alba</i> L.	metlica	Santalaceae	Sredoz.	+			+	+
215.	<i>Paliurus spina-christi</i> Mill. (<i>P. aculeatus</i> Lam.)*	drača, diraka	Rhamnaceae	juž. Europa, jugozap. Azija	+	+		+	+
216.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	peteroliskava lozica	Vitaceae	ist. dio S. Amerike				+	
217.	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Sieb. et Zucc.) Planch.	trošiljkasta lozica	Vitaceae	ist. Azija					+
218.	<i>Passiflora caerulea</i> L.	muke Kristove	Passifloraceae	Sred. Amerika, zap. dio J. Amerike			+		+
219.	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	paulovnja	Scrophulariaceae	Kina					+
220.	<i>Persea americana</i> Mill.	avokado	Lauraceae	tropsko područje Amerike			+		
221.	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	obični pajasmin	Hydrangeaceae	Europa, Azija	+				
222.	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	širokolisna zelenika	Oleaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
223.	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	kanarska datulja	Arecaceae	Kanarski otoci	+		+		
224.	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	prava datulja	Arecaceae	sj. Afrika, Arapski poluotok					+
225.	<i>Phoenix sylvestris</i> (L.) Roxb.	šumska datulja	Arecaceae	Azija					+
226.	<i>Phyllostachys aurea</i> (André) Rivière et C. Rivière	žuti bambus	Poaceae	Kina					+
227.	<i>Phyllostachys bissetii</i> McClure	zeleni bambus	Poaceae	Kina	+		+		
228.	<i>Picea glauca</i> 'Conica'								+
229.	<i>Pinus × attenuuradiata</i> Stockw. et Richter		Pinaceae						+
230.	<i>Pinus brutia</i> Ten.	brucijski bor	Pinaceae	ist. Sredoz.	+				+
231.	<i>Pinus brutia</i> Ten. × <i>P. halepensis</i> Mill.		Pinaceae						+
232.	<i>Pinus canariensis</i> C.Sm.	kanarski bor	Pinaceae	Kanarsko otočje					+
233.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	alepski bor	Pinaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
234.	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>dalmatica</i> (Vis.) Franco	dalmatinski crni bor	Pinaceae	Hrvatska					+

R. br. No.	Svojta Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
235.	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold subsp. <i>nigra</i>	austrijski crni bor	Pinaceae	Europa					+
236.	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	primorski bor	Pinaceae	zap. Sredoz.	+				+
237.	<i>Pinus pinea</i> L.	pinija, pinj	Pinaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
238.	<i>Pinus wallichiana</i> (Wall. ex D.Don) A.B.Jacks.	himalajski borovac	Pinaceae	Himalaja					+
239.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	tršlja	Anacardiaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
240.	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	smrdljika	Anacardiaceae	Sredoz.	+	+		+	+
241.	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton	tobirovac	Pittosporaceae	Japan, Kina	+		+		+
242.	<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana'		Pittosporaceae		+				
243.	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (<i>Thuja orientalis</i> L.)**	obična azijska tuja	Cupressaceae	ist. Azija	+				+
244.	<i>Populus alba</i> L.	bijela topola	Salicaceae	sred. i juž. Europa, Azija, sj. Afrika	+				+
245.	<i>Prasium majus</i> L.	slanovitac	Lamiaceae	Sredoz.		+			
246.	<i>Prunus amygdalus</i> Batsch. (<i>P. dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb) ***	badem	Rosaceae	jugozap. Azija	+				
247.	<i>Prunus armeniaca</i> L.	marelica	Rosaceae	Kina				+	+
248.	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	trešnja	Rosaceae	Europa, zap. Azija, sj. Afrika	+		+	+	+
249.	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	mirobalana	Rosaceae	sred. Azija, M. Azija, Kavkaz	+				
250.	<i>Prunus cerasifera</i> 'Pissardii'	crvenolisna šljiva	Rosaceae		+				+
251.	<i>Prunus cerasus</i> L.	višnja	Rosaceae		+			+	
252.	<i>Prunus domestica</i> L.	šljiva	Rosaceae				+	+	+
253.	<i>Prunus insititia</i> L.	trnovača	Rosaceae	Europa, sj. Afrika				+	+
254.	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	lovorvišnja	Rosaceae	jugoist. Europa, M. Azija	+		+		
255.	<i>Prunus laurocerasus</i> 'Magnoliifolia'		Rosaceae						+
256.	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	breskva	Rosaceae	Kina				+	+
257.	<i>Prunus spinosa</i> L.	crni trn, trnina	Rosaceae	Europa, sj. Afrika, Kavkaz, M. Azija	+	+		+	+
258.	<i>Pseudotsuga japonica</i> (Shiras.) Beissn.	japanska duglazija	Pinaceae	Azija					+
259.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Milib.) Franco var. <i>menziesii</i>	zeleni duglazija	Pinaceae	zap. dio S. Amerike	+				+
260.	<i>Punica granatum</i> L.	mogranj, šipak	Lythraceae	Azija	+		+		+
261.	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	vatreni trn	Rosaceae	jugoist. Europa, M. Azija, Kavkaz, Iran	+				+
262.	<i>Pyrus communis</i> L.	pitoma kruška	Rosaceae				+	+	+
263.	<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	krušvina, glogulja	Rosaceae	juž. Europa, M. Azija				+	+
264.	<i>Quercus ilex</i> L.	crnika	Fagaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
265.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	hrast medunac	Fagaceae	juž. i dijelom sred. Europa, M. Azija		+			+
266.	<i>Quercus suber</i> L.	hrast plutnjak	Fagaceae	zap. Sredoz.	+				+
267.	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	trišljika	Rhamnaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
268.	<i>Ribes rubrum</i> L.	crveni ribiz	Rosaceae	Europa				+	
269.	<i>Ribes uva-crispa</i> L.	ogrozd	Rosaceae	Europa				+	+
270.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	obični bagrem	Fabaceae	ist. i sred. dio SAD-a	+	+		+	+
270.	<i>Rosa agrestis</i> Savi (<i>R. sepium</i> Thuill.)		Rosaceae	Sredoz.				+	
271.	<i>Rosa</i> × <i>dumalis</i> Bechst. (<i>R. canina</i> var. <i>dumalis</i> (Bechst.) Dumort.)*		Rosaceae	Europa				+	
272.	<i>Rosa gallica</i> L.	galska ruža	Rosaceae	Europa, M. Azija, Kavkaz				+	
273.	<i>Rosa micrantha</i> Borrer ex Sm.	sitnocvjetna divlja ruža	Rosaceae	Europa, Afrika, Azija				+	
274.	<i>Rosa sempervirens</i> L.	vazdazeleni ruža	Rosaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
275.	<i>Rosa xantiana</i> 'Hugonis'	Hugova ruža	Rosaceae						+
276.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott (<i>R. discolor</i> Weihe et Nees)*	primorska kupina	Rosaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
277.	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	bodljikava veprina	Asparagaceae	Europa, jugozap. Azija, sj. Afrika	+		+	+	+
278.	<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	mekana veprina	Asparagaceae	sred. i juž. Europa	+				
279.	<i>Ruscus hypophyllum</i> L.		Asparagaceae	sj. Afrika, Pirenejski poluotok					+
280.	<i>Ruta graveolens</i> L.	rutvica	Rutaceae	Sredoz.		+			
288.	<i>Salix alba</i> L.	bijela vrba	Salicaceae	Europa, Azija, sj. Afrika			+		+
289.	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	sitnolisna kadulja	Lamiaceae	Arizona, Meksiko	+				
290.	<i>Salvia officinalis</i> L.	kadulja	Lamiaceae	Sredoz.	+	+	+	+	
291.	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn. (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)*, **	ružmarin	Lamiaceae	Sredoz.	+	+		+	+
292.	<i>Salvia rosmarinus</i> 'Prostratus'	polegli ružmarin	Lamiaceae		+		+		
293.	<i>Sambucus nigra</i> L.	crna bazga	Viburnaceae	Europa, Azija, sj. Afrika	+				
294.	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	siva santolina, mirisni svetolin	Asteraceae	zap. i sred. dio Sredoz.	+				
295.	<i>Satureja montana</i> L.	vriska, čubar	Lamiaceae	juž. Europa, Azija		+		+	+
296.	<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	obalni mamutovac	Taxodiaceae	S. Amerika					+
297.	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J. Buchholz	golemi mamutovac	Taxodiaceae	S. Amerika					+
298.	<i>Serenoa repens</i> (W.Bartram) Small		Arecaceae	S. Amerika					+
299.	<i>Smilax aspera</i> L.	tetivika	Smilacaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
300.	<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	zimski trešnja	Solanaceae	Sred. i J. Amerika	+		+		+
301.	<i>Spartium junceum</i> L.	žuka, brnistra	Fabaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+

R. br. No.	Svojta Taxon	Hrvatski naziv Common name	Porodica Family	Areal Range	Veli Brijun 2022.	Mali Brijun 2022.	Vanga 2022.	1908.	1993.
302.	<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	Reevesova suručica	Rosaceae	Kina	+		+		
303.	<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schoot (<i>Sophora japonica</i> L.)**	japanska sofora	Fabaceae	Azija					+
304.	<i>Symphoricarpos orbiculatus</i> Moench	koraljni biserak	Caprifoliaceae	S. Amerika					+
305.	<i>Syringa vulgaris</i> L.	obični jorgovan	Oleaceae	Kina				+	
306.	<i>Tamarix africana</i> Poir.	afrička tamarika	Tamaricaceae	zap. Sredoz.	+		+		
307.	<i>Tamarix gallica</i> L.	francuska tamarika	Tamaricaceae	zap. Sredoz.					+
308.	<i>Tamarix parviflora</i> DC.	tamarika	Tamaricaceae	jugoist. Europa, zap. Azija	+		+		
309.	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	tamarika	Tamaricaceae	ist. Europa, Azija	+				
310.	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	močvarni taksodij	Cupressaceae	jugoist. dio SAD-a	+				+
311.	<i>Taxus baccata</i> L.	obična tisa	Taxaceae	Europa, sj. Afrika, M. Azija, Kavkaz	+				+
312.	<i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'		Taxaceae		+		+		+
313.	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb et Zucc.	japanska tisa	Taxaceae	Azija					+
314.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	obični dubačac	Lamiaceae	sred. i juž. Europa		+			
315.	<i>Teucrium flavum</i> L.	žuti dubačac	Lamiaceae	Sredoz.	+		+		+
316.	<i>Teucrium fruticans</i> L.	grmasti dubačac	Lamiaceae	Sredoz.	+				
317.	<i>Teucrium polium</i> L.	bijeli dubačac	Lamiaceae	Sredoz., M. Azija		+	+		+
318.	<i>Thymus longicaulis</i> C.Presl.	tankolisna majčina dušica	Lamiaceae	juž. Europa		+			
319.	<i>Tilia americana</i> L.	američka lipa	Malvaceae	S. Amerika	+				
320.	<i>Tilia cordata</i> Mill.	malolisna lipa	Malvaceae	Europa	+		+		
321.	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	velelisna lipa	Malvaceae	sred. i juž. Europa	+				+
322.	<i>Tilia tomentosa</i> Moench	srebrnolisna lipa	Malvaceae	Europa, M. Azija					+
323.	<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	zvjezdasti jasmin	Apocynaceae	Kina	+				
324.	<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H.Wendl.	velika žumara	Arecaceae	Kina, Japan	+		+		+
325.	<i>Ulmus minor</i> Mill.	nizinski brijest	Ulmaceae	Europa	+		+	+	+
326.	<i>Veronica speciosa</i> 'Variegata' (<i>Hebe speciosa</i> 'Variegata')***		Plantaginaceae		+		+		
327.	<i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl.	sjajna hudika	Viburnaceae	Azija	+				
328.	<i>Viburnum tinus</i> L.	lemprika	Viburnaceae	Sredoz.	+	+	+	+	+
329.	<i>Vinca major</i> L.	velika pavenka	Apocynaceae	juž. Europa, M. Azija	+		+	+	
330.	<i>Vinca major</i> 'Maculata'		Apocynaceae		+		+		
331.	<i>Vinca major</i> 'Variegata'		Apocynaceae		+		+		
332.	<i>Vinca minor</i> L.	mala pavenka	Apocynaceae	Europa, M. Azija			+		
333.	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	konopljika	Lamiaceae	juž. Europa, M. Azija	+	+	+	+	+
334.	<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>vinifera</i>	vinova loza	Vitaceae		+	+	+	+	
335.	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (C.C.Gmel.) Hegi	divlja loza	Vitaceae	juž. Europa, M. Azija, sj. Afrika		+			+
336.	<i>Washingtonia filifera</i> (Rafarin) H.Wendl. ex de Bary	vašingtonija	Arecaceae	S. Amerika					+
337.	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) DC	kineska glicinija	Fabaceae	Kina	+		+	+	+
338.	<i>Yucca aloifolia</i> L.	bodljikava juka	Asparagaceae	SAD, Meksiko, Karibi	+		+		
339.	<i>Yucca aloifolia</i> 'Marginata'		Asparagaceae		+		+		
340.	<i>Yucca filamentosa</i> L.	končasta juka	Asparagaceae	S. Amerika					+
341.	<i>Yucca filamentosa</i> 'Aureovariegata'		Asparagaceae						+
342.	<i>Yucca gloriosa</i> L.	veličanstvena juka	Asparagaceae	jugoist. dio SAD-a	+	+	+	+	
343.	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	žizulja	Rhamnaceae	ist. Azija	+				

+ = svojta prisutna. Svojta zabilježena pod sinonimom navedenim u zagradi: * = Makowsky (1908), ** = Karavla i Idžojić (1993). *** = sinonim naveden u zagradi jer svojta ima novi prihvaćeni naziv prema WFO (2025).

+ = taxon present. Taxon recorded under the synonym listed in parentheses: * = Makowsky (1908), ** = Karavla and Idžojić (1993). *** = synonym listed in parentheses because the taxon has a new accepted name according to WFO (2025).

RASPRAVA DISCUSSION

Najviše svojti zabilježeno je na Velom Brijunu, 194, što je očekivano s obzirom na to da je Veli Brijun najveći otok, najposjećeniji je te ima najviše sadržaja, uključujući uređene zelene površine oko hotela, vila i drugih objekata, rasadnik, safari i vojne objekte. Prema broju različitih svojti izdvaja se i Krasnica, koja je površinom manja od Malog Brijuna, ali ima gotovo dvostruko više svojti, ukupno 104. Budući da je Krasnica desetljećima bila, a i sada je, za posjetitelje strogo zatvoreni otok s vilom i drugim rezidencijskim objektima, uređenim zelenim površinama oko vile, voćnjacima i šetnicama, na njoj je zasađen velik broj stranih vrsta, od kojih su većina egzote (npr. aloja, *Aloiampelos striatula* (Haw.)

Klopper et Gideon F.Sm.; kroton, *Codiaeum variegatum* (L.) A.Juss.; kordilina, *Cordyline australis* (G.Forst.) Endl.; cikas, *Cycas revoluta* Thunb.; fežoa, *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg; firmijana, *Firmiana simplex* (L.) W.Wight; muke Kristove, *Passiflora caerulea* L.; avokado, *Persea americana* Mill.; različiti agrumi i dr.). Ipak, zelene površine na Krasnici, kao i oko nekih drugih rezidencijskih objekata, u vrijeme provođenja ovog istraživanja nisu održavane u skladu s njihovom važnošću. Na Malom Brijunu zabilježen je značajno manji broj svojti, njih 57, među kojima prevladavaju autohtone biljke (Slika 1), dok unesene biljke pripadaju često sađenim svojtama sredozemnog podneblja (agava, *Agave americana* L.; himalajski cedar, *Cedrus deodara* (Roxb. ex D.Don) G.Don; obični čempres, *Cupressus sempervirens* L.; obična smokva, *Ficus carica* L.; očenašica, *Melia azedarach*

L.; oleandar, *Nerium oleander* L.; alepski bor, *Pinus halepensis* Mill. (Slika 2); pinijska, *P. pinea* L.; veličanstvena juka, *Yucca gloriosa* L. i dr.).

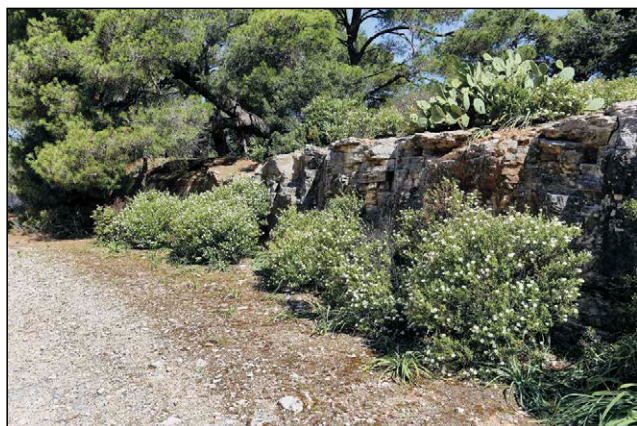
Osam biljaka označeno je kao razmjerno rijetko prisutne u Hrvatskoj. Balearski šimšir (*Buxus balearica*) i firmijana (*Firmiana simplex*) vrste su prisutne u mediteranskim vrtovima i parkovima duž naše obale, no rijetko se sade, naročito na javnim zelenim površinama. Balearski šimšir, osim na Velom Brijunu, prisutan je primjerice u Opatiji i Zaostrogu, dok je firmijana prisutna u Kaštel Lukšiću, Opatiji i na Lokrumu. *Cordyline fruticosa* 'Red Edge' biljka je koja se u europskim rasadnicima prodaje kao sobna biljka, a na Velom Brijunu zabilježena je u posudama u hotelskim interijerima i u stakleniku u rasadniku. Avokado, *Persea americana*, vazdazeleno je stablo iz tropskog područja Amerike. U Europi je uglavnom prisutan kao lončanica ili u velikim staklenicima, a na vanjskom, otvorenom prostoru uspješno raste u najtoplijem sredozemnom području, gdje nema smrzavanja. U Hrvatskoj je, osim na Krasnici, zabilježen primjerice u Kaštel Lukšiću. Nažalost, biljka na Krasnici je niska, grmolika i oštećena od niskih temperatura. Američka lipa, *Tilia americana*, osim na Velom Brijunu, zabilježena je i u Arboretumu Trsteno. Žičana puzavica, *Muehlenbeckia complexa*, zimzeleni je polugrm s Novog Zelanda koji se u europskim rasadnicima prodaje kao sobna biljka, a na Velom Brijunu raste vrlo lijepi, veliki primjerci koji uspješno raste na otvorenom prostoru. Meksički čempres, *Hesperocyparis lusitanica*, osim na Velom Brijunu zabilježen je i na Lokrumu, a himalajski čempres, *Cupressus torulosa*, u Opatiji. Osim toga, na području Nacionalnog parka Brijuni nalaze se brojni, vrlo vrijedni primjerci pojedinačnih stabala (npr. stara maslina – Slika 3, crnike – Slika 4, pinijske, cedrovi i čempresi) ili skupine drvenastih biljaka (npr. aleja čempresa, aleja pinijska – Slika 5, eukalpti, površine obrasle bušinama i dr.).

Obična tisa, kao strogo zaštićena biljna vrsta u Hrvatskoj, vrlo je česta ukrasna biljka u našim vrtovima i parkovima (Tumpa i dr. 2022). Na istraživanom području nije autohtona, već je u uzgoju na Velom Brijunu, što je pozitivno jer se na taj način doprinosi *ex situ* očuvanju genofonda te vrste. Prije toga, zabilježena je samo na popisu Makowskog

(1908). Obje zabilježene invazivne vrste, obični pajasen (*Ailanthus altissima*) i obični bagrem (*Robinia pseudoacacia*), prisutne su u manjem broju, kao skupine stabala ili mladih biljaka, na Velom Brijunu i Malom Brijunu, uspješno se kontroliraju i nisu zauzele veće površine. Bagrem se nalazi na popisima biljaka s početka i kraja 20. stoljeća, dok pajasen, kao vrsta koja se značajnije širi u drugoj polovici 20. stoljeća, nije zabilježen na popisu Makowskog (1908), ali se nalazi na popisu Karavle i Idžojtić (1993). Indijska smokva, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., zabilježena je u ovom istraživanju na sva tri otoka, a nalazi se i na prethodno navedenim popisima iz 1908. i 1993. godine. Kao invazivnu u Hrvatskoj navode je Nikolić i dr. (2014), ali uglavnom izostaje s drugih popisa stranih invazivnih vrsta u Hrvatskoj.

Od 45 autohtonih svojti zabilježenih u ovom istraživanju, 34 su prisutne na popisu Makowskog iz 1908. godine, a 42 na popisu Karavle i Idžojtić iz 1993. godine. Autohtone vrste rasprostranjene na sva tri istraživana otoka (Veli Brijun, Mali Brijun i Krasnica) uključuju: običnu planiku (*Arbutus unedo* L.), šparožinu (*Asparagus acutifolius* L.), obični koprivic (*Celtis australis* L.), škrobut (*Clematis flammula* L.), motar (*Crithmum maritimum* L.), veliki vries (*Erica arborea* L.), obični bršljan (*Hedera helix* L.), šibiku (*Hippocrepis emerus* (L.) Lassen), šmriku (*Juniperus deltoides* R.P. Adams), lovor (*Laurus nobilis* L.), mirtu (*Myrtus communis* L.), širokolisnu zeleniku (*Phillyrea latifolia* L.), tršlju (*Pistacia lentiscus* L.), crniku (*Quercus ilex* L.), tršljiku (*Rhamnus alaternus* L.), vazdazelenu ružu (*Rosa sempervirens* L.), primorsku kupinu (*Rubus ulmifolius* Schott), kadulju (*Salvia officinalis* L.), tetiviku (*Smilax aspera* L.), žuku (*Spartium junceum* L.), bijeli dubačac (*Teucrium polium* L.), lempriku (*Viburnum tinus* L.) i konopljiku (*Vitex agnus-castus* L.). Navedene vrste čine sastavni dio eumediteranske drvenaste flore (Vukelić i dr. 2008; Vukelić 2012), pridonoseći prepoznatljivom izgledu brijunskog otočja. Ovi rezultati u velikoj mjeri poklapaju se s rezultatima inventarizacije samonikle vaskularne flore brijunskog otočja koju su proveli Bogdanović i Ljubičić (2018, 2019, 2023).

Od 228 drvenastih svojti zabilježenih u ovom istraživanju, 51 svojta je zabilježena i u istraživanju Makowskog (1908),



Slika 1. Ljepljivi bušin (*Cistus monspeliensis* L.) na Malom Brijunu.
Figure 1. Montpellier cistus (*Cistus monspeliensis* L.) on Mali Brijun.



Slika 2. Alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.) na Velom Brijunu.
Figure 2. Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) on Veli Brijun.

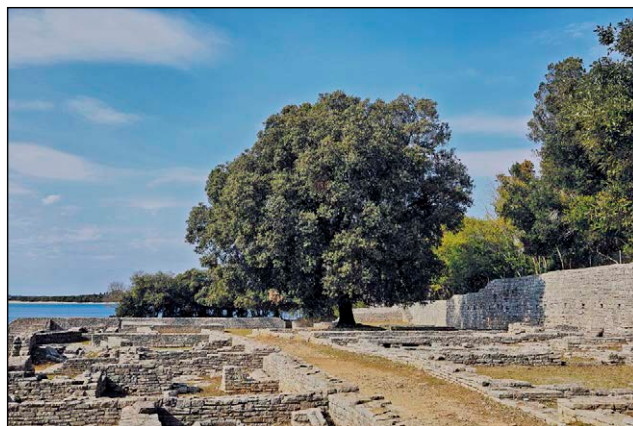
a 121 svojita u istraživanju Karavle i Idžojić (1993). Također, u ovom istraživanju nije zabilježeno 20 svojiti koje se nalaze na popisu iz 1908. godine. Iako je ukupan broj svojiti u ovom istraživanju (228) gotovo jednak broju s popisa iz 1993. godine (227), na njemu nema 79 svojiti koje su zabilježene 1993. godine. Svojiti koje su zajedničke u sva tri navedena istraživanja je samo 55. To su većinom autohtone i druge, često sadene sredozemne biljke, a manjim dijelom biljke iz drugih područja. Ovo nam govori o dinamičnoj izmjeni ukrasnih drvenastih biljaka tijekom nešto više od sto godina, ali i tijekom prošlih tridesetak godina. S popisa Makowskog (1908) 19 svojiti se ne nalazi niti na jednom kasnijem popisu (npr. javor mliječ, *Acer platanoides* L.; žuti jasmin, *Chrysos-jasminum fruticans* (L.) Banfi; pucalina, *Colutea arborescens* L.; makedonska lijeska, *Corylus maxima* Mill.; velika žutilovka, *Genista tinctoria* L.; obični orah, *Juglans regia* L.; obična kalina, *Ligustrum vulgare* L.; peteroliskava lozica, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.; obični jorgovan, *Syringa vulgaris* L.; i dr.). U istraživanju Karavle i Idžojić (1993) zabilježeno je 79 svojiti koje nisu zabilježene u drugim istraživanjima (npr. *Abies pinsapo* 'Glaucá'; zlatna akacija, *Acacia longifolia* (Andr.) Wild.; *Acer palmatum* 'Dissectum Atropurpureum'; kivi, *Actinidia chinensis* var. *deliciosa* (A.Chev.) A.Chev.; albicija, *Albizia julibrissin* Durazz.; čileanska araukarija, *Araucaria araucana* (Molina) K.Koch; bugenvilija, *Bougainvillea spectabilis* Willd.; tekoma, *Campsis radicans* (L.) Bureau; japanska kamelija, *Camellia japonica* L.; mirisni kimonant, *Chimonanthus praecox* (L.) Link; drijen, *Cornus mas* L.; polegla mušmulica, *Cotoneaster horizontalis* Decne; kuningamija, *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.; pravi zmajevac, *Dracaena draco* (L.) L.; fatsija, *Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.; *Hedera helix* 'Aureovariegata'; drvolika hortenzija, *Hydrangea arborescens* L.; virginijska borovica, *Juniperus virginiana* L.; malklura, *Maclura pomifera* (Raf.) C.K.Schneid.; crveni dud, *Morus rubra* L.; trošiljkasta lozica, *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch.; prava datulja, *Phoenix dactylifera* L.; i dr.).

Rezultati ovog istraživanja u odnosu na istraživanje 1993. godine pokazuju pad broja svojiti na otoku Veli Brijun (194 u odnosu na 227). Na Krasnici je zabilježen porast broja svojiti (104 u odnosu na 97) kao i na Malom Brijunu (57 u odnosu na 39). U razdoblju od 1993. do 2022. godine ustanovljen je značajan pad broja američkih, azijskih i europskih vrsta, a nešto manji pad bilježe sredozemne biljke. Istovremeno se povećao broj biljaka iz Afrike, Novog Zelanda i Australije, koje su prvobitno bile zastupljene u vrlo malom broju. S obzirom na to da je u istraživanju Makowskog (1908) zabilježeno 68 alohtonih svojiti, a u kasnijem istraživanju Karavle i Idžojić (1993) 184 alohtone svojite, ovaj znatan porast brojnosti alohtonih svojiti potvrđuje praksu sadnje stranih vrsta na otočju tijekom Kupelwieserovog razdoblja i tijekom 20. stoljeća. Stoga je pad broja alohtonih svojiti zabilježen u ovom istraživanju vezan uz razdoblje od 1993. do 2022. godine.



Slika 3. Oko 1600 godina stara maslina (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) na Velom Brijunu.

Figure 3. About 1600 years old olive tree (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) on Veli Brijun.



Slika 4. Crnika (*Quercus ilex* L.) na Velom Brijunu.

Figure 4. Holm oak (*Quercus ilex* L.) on Veli Brijun.



Slika 5. Aleja pinijske (Pinus pinea L.) na Velom Brijunu.

Figure 5. Stone pine (*Pinus pinea* L.) alley on Veli Brijun.

Različitosti između popisa drvenastih biljaka ovog istraživanja i popisa Makowskog (1908) te Karavle i Idžojić (1993) odražavaju ne samo promjene u broju svojiti na istraživanom području, već i u njihovim znanstvenim nazivima. Određene biljke pojavljuju se na svim popisima, ali pod različitim nazivima, što je uglavnom rezultat napretka u znanstvenim istraživanjima. Primjer takve promjene uključuje običnu

mahoniju, koja je na popisu drvenastih biljaka iz 1993. godine (Karavla i Idžojić 1993) navedena pod nazivom *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. Danas se ta vrsta nalazi unutar roda *Berberis* L., pod nazivom *Berberis aquifolium* Pursh. Slične taksonomske promjene zabilježene su i kod drugih alohtonih i egzotičnih biljaka, uključujući: trolisni limun, *Citrus trifoliata* L. (prije poznat kao *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.); poncijanu, *Erythrostemon gilliesii* (Hook.) Klotzsch (prije *Caesalpinia gilliesii* (Hook.) D.Dietr.); fežou, *Feijoa sellowiana* (ranije poznatu vrstu pod znanstvenim nazivom *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret); arizonski čempres, *Hesperocyparis arizonica* (Greene) Bartel (prije *Cupressus arizonica* Greene var. *arizonica*); običnu azijsku tuju, *Platyclus orientalis* (L.) Franco (prije *Thuja orientalis* L.); itd.

Osim za alohtone i egzotične vrste, promjene znanstvenih naziva zabilježene su i kod nekih autohtonih biljnih svojti. Jedan od značajnih primjera je promjena znanstvenog naziva za šmriku, autohtonu vrstu roda *Juniperus* L., koja raste u mediteranskom području Hrvatske. Nekada široko shvaćena vrsta *Juniperus oxycedrus* L., rasprostranjena diljem Mediterana, sada je podijeljena na dvije vrste: *J. oxycedrus*, koja obuhvaća zapadni Mediteran, i *J. deltoides* (šmrika), koja je karakteristična za istočni Mediteran, uključujući Jadransku obalu. Ova taksonomska podjela rezultat je suvremenih istraživanja koja uključuju genetičke i morfološke analize (Adams 2004; Adams i dr. 2005; Boratyński i dr. 2014; Vidaković i dr. 2024) provedene tijekom posljednjih dvadesetak godina. Također, modernim filogenetskim istraživanjima (Drew i dr. 2017) potvrđeno je da ružmarin (*Salvia rosmarinus* Spenn.), dosada poznat pod nazivom *Rosmarinus officinalis* L., pripada rodu *Salvia* L. Osim šmrike i ružmarina, nekoliko drugih autohtonih biljnih svojti također je doživjelo promjene u znanstvenim nazivima: obični bušin, *Cistus creticus* L. (prije poznat kao *C. villosus* L.); šibika, *Hippocrepis emerus* (L.) Lassen (prije *Coronilla emerus* L.); primorska pepeljuša, *Jacobaea maritima* (L.) Peller et Meijden (prije *Senecio bicolor* (Willd.) Tod.); dlakava bjeloglavica, *Lotus hirsutus* L. (sinonimi: *Bonjeanea hirsuta* (L.) Rchb., *Dorycnium hirsutum* (L.) Ser.); i primorska kupina, *Rubus ulmifolius* Schott (prije poznat kao *Rubus discolor* Weihe et Nees).

Općenito gledano, rezultati ovog istraživanja pokazuju da je u razdoblju od oko jednog stoljeća došlo do značajne izmjene u sastavu drvenaste flore otočja. Brojne svojte koje su bile prisutne početkom prošlog stoljeća sada više nisu prisutne i obratno. Različite biljke su kroz povijest sađene radi stvaranja privlačne estetske cjeline i ugodnog boravka na otočju. Alohtone ukrasne vrste, kao i različiti ukrasni kultivari, čest su izbor za sadnju u perivovima i vrtovima radi svojih estetskih obilježja i egzotičnog izgleda (Gaertner i dr. 2017; Idžojić i dr. 2010, 2011, 2013, 2019; Poljak i dr. 2011; Tafra 2012; Zebec i dr. 2014). Pad broja alohtonih svojti na Velikom Brijunu u odnosu na kraj 20. stoljeća vjerojatno je vezan uz trend sadnje autohtonog bilja posljednjih desetljeća. Sličan trend zabilježen je za jedan zagrebački park u razdoblju od 25 godina (Vidaković i dr. 2020). Sredinom 20. stoljeća na Brijunima su sađene egzotične biljke dobivene

kao poklon, što je povećalo broj egzota. Poznato je i da su neke biljke uklonjene zbog starosti ili bolesti te nisu zaminjene istim vrstama. Također, posljednjih desetljeća velika posjetiteljska aktivnost (što nije slučaj na Malom Brijunu i Krasnici) i interes za područje Velikog Brijuna mogli su rezultirati smanjenjem broja biljnih vrsta, ali je značajan utjecaj sigurno imala i divljač koja naročito oštećuje mlade, nezaštićene biljke. U oblikovanju krajolika i uređenju perivoja prisutni su različiti trendovi posljednjih desetljeća, pa je sadašnji izgled takvih površina posljedica ciljanog odabira nekih biljnih svojti, kao i dostupnosti istih na tržištu. Klimatske promjene i održivost također su uvjetovale odabir manje zahtjevnih biljnih vrsta sa stajališta održavanja. Makowsky (1908) navodi da samo u rijetkim godinama temperatura na Brijunima u ljetnim mjesecima prelazi 30 °C, dok je to u ovom stoljeću postala uobičajena pojava (Hassan i dr. 2024) pa je očekivano da se isto odražava i na biljni svijet. Svojte koje nalazimo u svim do sada provedenim istraživanjima su autohtone biljke i unesene biljke dobro prilagođene na pedoklimatske uvjete brijunskog otočja, koje su provjeren i siguran izbor prilikom sadnje. Njihovom se sadnjom pridonosi očuvanju prirodnih staništa i potiče bioraznolikost. Ipak, s obzirom na značajan pad broja egzotičnih biljaka, posebno na Velom Brijunu, pri odabiru i sadnji biljaka u budućnosti na to treba obratiti pozornost. Dendrološka vrijednost Nacionalnog parka Brijuni značajno pridonosi sveukupnoj vrijednosti i specifičnosti ovog, po svemu iznimnog područja. Prema bogatstvu dendroflora, posebno one alohtone, Nacionalni park Brijuni značajno se razlikuje od drugih naših nacionalnih parkova.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Na istraživanom području zabilježeno je 228 različitih drvenastih svojti, od čega je 181 vrsta, 35 kultivara, 10 podvrsta, jedan varijetet i jedan križanac. Od ukupno zabilježenih svojti, 44 su autohtone, a 148 alohtone, najviše porijeklom iz Azije. Najviše svojti, 194, zabilježeno je na Velom Brijunu, dok je na Malom Brijunu zabilježeno 57 svojti, uglavnom autohtonih. Na Krasnici su zabilježene 104 svojte, većinom egzote. Jedina drvenasta vrsta zabilježena na istraživanom području koja se nalazi na popisu strogo zaštićenih biljnih vrsta je obična tisa (*Taxus baccata*), dok su dvije invazivne strane drvenaste vrste, obični bagrem (*Robinia pseudoacacia*) i pajasen (*Ailanthus altissima*). Rezultati ovog istraživanja, u odnosu na istraživanje provedeno 1993. godine, pokazuju pad broja svojti na Velom Brijunu, što je vjerojatno posljedica velike posjetiteljske aktivnosti, prisustva divljači, klimatskih promjena i održivosti te dostupnosti biljaka na tržištu. Istovremeno je zabilježen porast broja svojti na Malom Brijunu i Krasnici. Zajedničke svojte zabilježene u sva tri istraživanja, njih 55, većinom su autohtone biljke i unesene biljke dobro prilagođene pedoklimatskim uvjetima brijunskog otočja. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je u razdoblju od oko jednog stoljeća došlo do značajne izmjene u sastavu drvenaste flore otočja.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGMENTS

Ovo istraživanje financirala je Javna ustanova „Nacionalni park Brijuni“, u okviru projekta „Dendrološka i perivorna baština Nacionalnog parka Brijuni“. Dopuštenje za provođenje znanstvenih istraživanja izdalo je Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja 2020. godine.

LITERATURA REFERENCES

- Adams, R. P., J. A. Morris, R. N. Pandey, A. E. Schwarzback, 2005: Cryptic speciation between *Juniperus deltoides* and *Juniperus oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean, *Biochem. Syst. Ecol.* 33(8): 771–787. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2005.01.001>
- Bärtles, A., P. A. Schmidt, 2014: *Enzyklopädie der Gartengehölze*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 888 pp.
- Begović, V., I. Schunk, 2006: Brijuni: prošlost, graditeljstvo, kulturna baština. *Golden marketing - Tehnička knjiga*, Zagreb, 223 pp.
- Bogdanović, S., I. Ljubičić, 2018: Inventarizacija i nadopuna popisa flore Malog Brijuna Nacionalnog parka Brijuni u 2018. godini. *Elaborat. Nacionalni park Brijuni i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 16 pp.
- Bogdanović, S., I. Ljubičić, 2019: Inventarizacija i nadopuna popisa flore otoka i otočića Nacionalnog parka Brijuni u 2019. godini. *Elaborat. Nacionalni park Brijuni i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 48 pp.
- Bogdanović, S., I. Ljubičić, 2023: Inventarizacija vaskularne flore Velog Brijuna. *Elaborat. Nacionalni park Brijuni i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 25 pp.
- Boratyński, A., W. Wachowiak, M. Dering, K. Boratyńska, K. Sękiewicz, K. Sobierajska, A. K. Jasińska, M. Klimko, J. M. Montserrat, A. Romo, T. Ok, Y. Didukh, 2014: The biogeography and genetic relationships of *Juniperus oxycedrus* and related taxa from the Mediterranean and Macaronesian regions, *Bot. J. Linn. Soc.* 174(4): 637–653. <https://doi.org/10.1111/boj.12147>
- Boršić, I., M. Milović, I. Dujmović, S. Bogdanović, P. Cigić, I. Rešetnik, T. Nikolić, B. Mitić, 2008: Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia, *Nat. Croatica* 17(2): 55–71.
- Brickell, C. D., C. Alexander, J. J. Cubey, J. C. David, M. H. A. Hoffman, A. C. Leslie, V. Malécot, W. L. A. Hettterscheid, X. Jin (Eds.), 2016: *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP)*. Ninth Edition. *Scripta Horticulturae* Number 18, ISHS, 190 pp.
- Brummitt, R. K., C. E. Powell, 1992: *Authors of plant names*. Royal Botanic Gardens, Kew, 732 pp.
- Dirr, M. A., 2011: *Dirr's encyclopedia of trees and shrubs*. Timber Press, 952 pp.
- Drew, B. T., J. G. González-Gallegos, C.-L. Xiang, R. Kriebel, C. P. Drummond, J. B. Walker, K. J. Sytsma, 2017: *Salvia* united: The greatest good for the greatest number, *Taxon*, 66(1): 133–145. <https://doi.org/10.12705/661.7>
- Dumbović Bilušić, B., M. Obad Šćitaroci, J. Kranjčević, 2017: Historical character of the landscape of Veli Brijun, *ANNALES, Ser. Hist. Sociol.* 27 (2): 259–276.
- Farjon, A., 2010: *A handbook of the world's conifers*, Vol. I-II. Brill. Leiden. 1111 pp.
- Hassan, M., M. Mohsin, I. Vitasović-Kosić, U. Naseer, S. A. Bhat, S. A. Dar, 2024: The effects of climate change: an overview of the ecological and economic consequences, *Šum. list*, 148(11–12): 577–595. <https://doi.org/10.31298/sl.148.11-12.5>
- Hoffman, M. H. A., 2016: List of names of woody plants. International standard ENA 2016–2020. *Naktuinbouw, Roelofarendsveen*, 1080 pp.
- Horvatić, S., 1963: Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg Primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja, *Acta Bot. Croat.* 22: 27–81.
- Idžojtić, M., 2005: *Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju*. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, 256 pp.
- Idžojtić, M., 2009: *Dendrologija – List*. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, 904 pp.
- Idžojtić, M., 2013: *Dendrologija – Cvijet, češer, plod, sjeme*. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, 672 pp.
- Idžojtić, 2019: *Dendrology: Cones, Flowers, Fruits and Seeds*. Elsevier – Academic Press, London, San Diego, Cambridge, Oxford, 800 pp.
- Idžojtić, M. i M. Zebec, 2006: Rasprostranjenost pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swinge) i širenje invazivnih drvenastih neofita u Hrvatskoj, *Glas. šum. pokuse pos. izd.* 5: 315–323.
- Idžojtić, M., I. Anić, I. Šimić, M.A. Kovačević, I. Poljak, 2019: Dendrološke značajke arboretuma Trsteno, *Šum. list*, 143(3–4): 125–143.
- Idžojtić, M., I. Poljak, M. Zebec, 2013: Determination of trees and shrubs in the Lisićine arboretum within the project of revitalisation – part 2, *Šum. list*, 137(5–6): 325–333.
- Idžojtić, M., M. Zebec, I. Poljak, 2010: Revitalisation of the Lisićine arboretum, *Šum. list*, 134(1–2): 5–17.
- Idžojtić, M., M. Zebec, I. Poljak, 2011: Dendrological and horticultural value of Lisićine arboretum, *Croat. J. For. Eng.*, 32(1): 193–201.
- Karavla, J., M. Idžojtić, 1993: Autohtona i alohtona dendroflora nekih brijunskih otoka, *Glas. šum. pokuse, pos. izd.* 4: 87–100.
- Krüssmann, G., 1972: *Handbuch der Nadelgehölze*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 366 pp.
- Krüssmann, G., 1976: *Handbuch der Laubgehölze*. Band I-III. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Lenz Guttenberg, M., 2007: *Izgubljeni raj: Brijuni*. Antibarbarus, Zagreb, 190 pp.
- Makowsky, A., 1908: Die Brionischen Inseln - Eine naturhistorische Skizze mit eine Karte. *Verh. naturf. V. Brünn* 46: 64–93.
- Mlakar, Š., 1971: *Brioni. Uprava otoka Brioni, Brijuni*, 58 pp.
- Narodne novine 45/01: Odluka o donošenju prostornog plana Nacionalnog parka „Brijuni“.
- Narodne novine 80/13: Zakon o zaštiti prirode.
- Narodne novine 144/13: Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama.
- Nikolić, T., B. Mitić, I. Boršić, 2014: *Flora Hratske – Invazivne biljke*. ALFA, Zagreb, 296 pp.
- Pavlek, I., M. Anić, A. Freudenreich, 1952: *Brioni 1952: izvještaj Komisije za unapređenje, razvijanje i uljepšavanje otoka Brioni*.
- Plan upravljanja, 2016: *Plan upravljanja - Nacionalni park Brijuni (razdoblje provođenja plana od 2016. do 2025. godine)*. Javna ustanova Nacionalni park Brijuni, 161 pp.

- Poljak, I., M. Idžojić, M. Zebec, 2011: Woody plants of the Zagreb ZOO garden, Šum. list, 135(5–6): 269–278.
- Premužić Ančić, M., S. Gašparović, 2017: Kamenolomi na otoku Veli Brijun, začeci sanacije i prenamjene u Hrvatskoj, Prostor 1(53): 74–85.
- Roloff, A., A. Bärtels, 2008: Flora der Gehölze. Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 853 pp.
- Roloff, A., H. Weisgerber, U. M. Lang, B. Stimm (Eds.), 1994–2020: Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley–VCH.
- Studija, 2015: Studija krajobraznog i prostornog identiteta otoka Veli Brijun. Oikon d.o.o. i Arhikon d.o.o., Zagreb.
- Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003: Šume posebne namjene, Nacionalni park Brijuni, Program gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003–2012), Zagreb.
- Tafra, D., M. Pandža, M. Milović, 2012: Woody plants of the Omiš, Šum. list, 136(11–12): 605–616.
- Tumpa, K., Z. Liber, Z. Šatović, J. Medak, M. Idžojić, A. Vidaković, J. Vukelić, I. Šapić, P. Nikl, I. Poljak, 2022: High level of phenotypic differentiation of common yew (*Taxus baccata* L.) populations in the North-Western part of the Balkan Peninsula, Forests, 13, 78. <https://doi.org/10.3390/f13010078>
- Turland, N. J., J. H. Wiersema, F. R. Barrie, W. Greuter, D. L. Hawksworth, P. S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T. W. May, J. McNeill, A. M. Monro, J. Prado, M. J. Price, G. F. Smith (Eds.), 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://www.iapt-taxon.org/nomencl/main.php/>
- Vidaković, A., M. Idžojić, T. Megyery, D. Turk, I. Poljak, 2020: Park kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu – drvenaste biljke. Šum. list, 144(9–10): 475–484. <https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.4>
- Vidaković A., Z. Šatović, K. Tumpa, M. Idžojić, A. Barišić, I. Poljak, 2024: Secondary sexual dimorphism and morphological diversity in two allopatric juniper species: *Juniperus oxycedrus* and *J. deltoides*, Acta Bot. Croat., 83(1): 14–25. <https://doi.org/10.37427/botcro-2024-007>
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 403 pp.
- Vukelić, J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumske zajednice i šumska staništa Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode Republike Hrvatske, Zagreb, 263 pp.
- WFO, 2025: World Flora Online, Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org>
- Zebec, M., M. Idžojić, I. Poljak, M. Zebec, 2014: Dendroflora and harmony of the architectural and horticultural elements of the park surrounding the Faculty of forestry and the Faculty of agriculture at the University of Zagreb, Šum. list, 138(1–2): 55–64.

SUMMARY

This study provides an inventory and analysis of the woody plants of the Brijuni National Park, examining both autochthonous and allochthonous taxa recorded in 2021 and 2022 on the islands of Veli Brijun, Mali Brijun and Krasnica (Vanga). The analysis includes data on the number of taxa, family affiliation, distribution range, growth form, leaf persistence, as well as unique, relatively rare, and invasive taxa found in Croatia. A total of 228 woody species, subspecies, varieties, cultivars and hybrids were recorded, of which 27 belong to gymnosperms from 13 genera, while 201 are angiosperms from 128 genera. The Rosaceae family has the highest number of genera, followed by Lamiaceae, Asparagaceae and Cupressaceae. The genera *Prunus* and *Ficus* have the highest number of taxa. Regarding growth form, trees are the most dominant, while evergreen taxa prevail in terms of leaf persistence. None of the recorded taxa are unique to Croatia, although eight are relatively rare in cultivation. Only one strictly protected plant species in Croatia, the common yew (*Taxus baccata* L.), was recorded in the Brijuni National Park, along with two invasive species: tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). Based on the available literature and this study's findings, a comparison was conducted between the current woody plant diversity and historical records from the beginning and end of the 20th century. The results reveal significant changes in the woody flora over the course of more than a century. Overall, this research offers valuable insights into the diversity and dynamics of the Brijuni National Park's dendroflora and highlights the importance of the ongoing monitoring efforts.

KEY WORDS: national parks, protected areas, trees, shrubs, dendroflora, inventory, biodiversity, invasive species

ODREĐIVANJE ANTIOKSIDACIJSKOG PROFILA UZORAKA ESENCIJALNOG ULJA I EKSTRAKATA DOBIVENIH IZ LAVANDE (*Lavandula angustifolia* Miller)

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT PROFILE OF THE ESSENTIAL OIL AND EXTRACT SAMPLES OBTAINED FROM LAVENDER (*Lavandula* *angustifolia* Miller)

Esmera KAJTAZ^{1*}, Dženita ALIBEGIĆ¹, Haris NIKŠIĆ¹, Kemal DURIĆ¹, Željko ŠPANJOL², Boris DORBIĆ³

SAŽETAK

Obična lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller) je niska, višegodišnja grmasta biljka koja raste u zemljama oko zapadnog Mediterana. Potekla je iz sunčanih stjenovitih područja i prvenstveno se uzgaja zbog svojih esencijalnih ulja. Različite studije pokazale su da određene vrste ljekovitih biljaka, kao što je obična lavanda, koje sadrže linalol i linalil acetat ester, imaju blagi sedativni učinak i koriste se u aromaterapiji i fitoterapiji za ublažavanje stresa. Svrha ove studije je utvrditi antioksidacijsku aktivnost uzoraka obične lavande. Uzorci biljnog materijala prikupljeni su sa sljedećih područja: Gubavica (općina Mostar) i Šehovina (grad Mostar). Pri tome su analizirana četiri uzorka: esencijalno ulje dobiveno hidrodestilacijom biljnog materijala (Gubavica), uzorak maceriran u etil acetatu (Šehovina), prikupljeni vodeni ostatak nakon hidrodestilacije (Gubavica) te komercijalno esencijalno ulje. Određivanje antioksidacijske aktivnosti uzoraka provedeno je s pomoću sljedećih metoda: DPPH, ABTS i FRAP. Hidrodestilirano esencijalno ulje, kao i komercijalno ulje, pokazali su slabiju antioksidacijsku aktivnost, što je potvrđeno svim korištenim metodama. Slabija antioksidacijska aktivnost također je zabilježena u analizi uzorka etil acetata. Praćenjem tijeka reakcije za navedene uzorke nije bilo moguće izračunati IC₅₀ vrijednost. Vodeni ostatak nakon hidrodestilacije pokazao je najvišu antioksidacijsku aktivnost prema svim korištenim metodama, što je potvrđeno IC₅₀ vrijednošću prema DPPH metodi, koja je bila $0,032 \pm 0,006$ mg/mL, dok je za ABTS metodu IC₅₀ vrijednost bila $0,135 \pm 0,003$ mg/mL. Također, prema FRAP metodi, vodeni ostatak nakon hidrodestilacije pokazao je najbolju antioksidacijsku aktivnost ($1099,45 \pm 25,39$ mg Evit. C/g ekstrakta). Usporedbom kemijskog sastava i antioksidacijske aktivnosti ispitivanih uzoraka može se zaključiti da su za antioksidacijsko djelovanje odgovorni fenolni spojevi koji su bili sadržani u vodenom ostatku nakon hidrodestilacije esencijalnog ulja, koji je i pokazao najbolju aktivnost, a da spojevi koji čine esencijalno ulje imaju neznatnu učinkovitost kad je u pitanju određivanje antioksidacijskog kapaciteta.

KLJUČNE RIJEČI: lavanda, antioksidacijska aktivnost, DPPH, ABTS, FRAP

¹ Esmera Kajtaz, Dženita Alibegić, prof. dr. sc. Haris Nikšić, prof. dr. sc. Kemal Durić, Farmaceutski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

² Prof. dr. sc. Željko Španjol, Sveučilište u Zagrebu Fakultet Šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

³ Izv. prof. dr. sc. Boris Dorbić, Sveučilište u Splitu, Samostalni studij Mediteranska poljoprivrede, Split

* dopisni autor: Esmera Kajtaz, email: esmera.kajtaz@mail.com

UVOD

INTRODUCTION

Reaktivni oblici kisika (ROS - *reactive oxygen species*) nastaju kao produkti normalnog staničnog metabolizma kod biljaka. Prekomjernu proizvodnju istih uzrokuju različiti okolišni čimbenici koji dovode do progresivnog oksidativnog oštećenja (Sharma i sur., 2012). Biljke imaju sposobnost biosinteze širokog spektra neenzimskih antioksidanasa sposobnih za ublažavanje oksidativnog oštećenja izazvanog djelovanjem ROS-a (Kasote i sur., 2015). Brojna istraživanja istaknula su visoku antioksidacijsku učinkovitost biljnih proizvoda, pri čemu se ističu esencijalna ulja (Tit i Bungau, 2023). Antioksidacijsko djelovanje esencijalnih ulja aromatičnog bilja uglavnom se pripisuje prisutnim aktivnim spojevima (Politeo i sur., 2005).

Esencijalna ulja predstavljaju složene mješavine hlapljivih spojeva koje se dobivaju iz biljaka u kojima imaju zaštitnu i aromatičnu ulogu. Komponente esencijalnih ulja prodiru lako kroz biološke membrane zbog svoje lipofilnosti i male veličine molekula, pri čemu ostvaruju terapijske učinke. Zbog širokog spektra bioloških aktivnosti, esencijalna ulja stoljećima se koriste u medicini, industriji i poljoprivredi. Mogu imati antimikrobno, antioksidacijsko, antiinflamatorno, antivirusno i druga djelovanja, zbog čega se smatraju vrijednim alternativama konvencionalnih terapija (Żukowska i Durczyńska, 2024). Esencijalno ulje lavande je jedno od najčešće upotrebljivanih, ali i najprofitabilnijih esencijalnih ulja u prodaji s naglaskom na: aromaterapiju, arome hrane, industriju kozmetike i deterdženata s izraženim antimikrobnim, antiinflamatornim djelovanjem (Wainer i sur., 2022) i antioksidacijskim djelovanjem (Blažeković i sur., 2018; prema Piskernik i sur., 2022).

Brojna istraživanja bazirana su na analizi antioksidacijskog potencijala različitih vrsta lavande, uključujući esencijalna ulja lavande i ekstrakte. Ekstrakti lavande imaju antioksidacijska svojstva prvenstveno zbog prisustva flavonoida i fenolnih kiselina, a istim svojstvima u manjoj mjeri doprinose i određeni izoprenoidi. Također, hidrolati lavande imaju antioksidacijsko djelovanje zbog pozitivne korelacije sa sadržajem fenola, ali to djelovanje može biti niže u usporedbi s esencijalnim uljima zbog nižeg sadržaja drugih hlapljivih organskih spojeva (Healthline, 2024; prema Sethy i sur., 2024). Hidrolat (hidrosol ili biljna voda) sastoji se od procesne vode i vode iz biljnog materijala. Ovisno o konačnom volumenu, može imati slatki cvjetni miris lavande (miris je nekad jedva osjetan) i intenzivnu herbalnu aromu (Prusinowska i Śmigiel, 2014). Cilj ovog rada je ispitivanje antioksidacijskog profila s pomoću tri metode: DPPH, ABTS i FRAP iz uzoraka biljnog materijala prikupljenog na lokacijama Gubavica (općina Mostar) i Šehovina (grad Mostar) te iz komercijalnog esencijalnog ulja.

BIOLOŠKE I KEMIJSKE KARAKTERISTIKE LAVANDE

BIOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF LAVENDER

Rod *Lavandula* pripada porodici Lamiaceae, a prema Svjetskom popisu vaskularnih biljaka broji 41 vrstu porijeklom iz Mikronezije, Mediterana, sjeverne i sjeveroistočne Afrike, jugozapadne Azije, Arapskog poluotoka, središnje i južne Indije, istočne Europe, Australije i Novog Zelanda (Royal Botanic Gardens Kew, 2022; prema Kiprovski i sur., 2023). *L. angustifolia* komercijalno se uzgaja u mnogim regijama svijeta (Nikšić i sur., 2017). U Bosni i Hercegovini, kao i na području Mostara ne raste samonikla lavanda, već je kultivirana.

Na području hrvatskog mediteranskog podneblja pojavljuju se tri samonikle vrste:

1. *Lavandula angustifolia* Mill., obična lavanda, uskolisna lavanda, despik, trma. Sinonimi: *Lavandula leptostachya* Pau, *Lavandula officinalis* Chaix, *Lavandula spica* L., *Lavanda vulgaris* Lam., *Lavandula vera* DC.
2. *Lavandula latifolia* Medik., širokolisna lavanda, aspik, širokolisni despik. Sinonimi: *Lavandula angustifolia* Moench, *Lavandula cladophora* Gand., *Lavandula decipiens* Gand., *Lavandula guinardii* Gand., *Lavandula hybrida* E. Rev. ex Briq., *Lavandula interrupta* Jord. & Fourr., *Lavandula latifolia* var. *erigens* (Jord. & Fourr.) Nyman, *Lavandula latifolia* var. *tomentosa* Briq., *Lavandula latifolia* var. *vulgaris* Briq., *Lavandula major* Garsault, *Lavandula ovata* Steud., *Lavandula spica* auct. non L., *Lavandula spica* Cav., *Lavandula spica* var. *latifolia* L., *Lavandula spica* var. *ramosa*, *Lavandula spica* var. *vulgaris*.
3. *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. (sin.: *L. x hybrida*)

Lavanda je vazdazelena, heliofilna i entomofilna vrsta, nanofanerofit. Raste na mjestima koja su potpuno osvijetljena i indikator je suhih tala premda voli svježja tla, ali ne raste na njima. Stanište su joj makija, garizi, bušici, kamenjarski pašnjaci. Tamo se spontano širi. Uzgaja se komercijalno na našem mediteranskom podneblju, ali u posljednje vrijeme njen kultivar (lavandin), *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. (sin.: *L. x hybrida*), intenzivno se uzgaja u kopnenom dijelu Hrvatske. To je višegodišnja, grmolika biljka čiji izrazito račvasti i drvenasti korijen prodiše duboko u tlo. Stabljika je drvenasta i kratka. Obična (uskolisna) lavanda raste kao niski grm visine od 40 do 60 cm (do 1 m), grane su joj izrazito razgranate, promjera od 80 do 120 cm, a cvjetne grane duge su od 20 do 40 cm. Važna je medonosna biljka s izdašnom pčelinjom pašom. Cvjetovi lavande su zigomorfni s laticama karakteristične plave boje, a koriste se za proizvodnju esencijalnog ulja (Herman 1971; Vukičević 1987; Šilješ i sur., 1992; Kovačić i sur., 2008; Franjić i Škvorc 2010; Idžojić 2015; prema Nikolić 2015). Kao ukrasna biljka s ve-

likim brojem kultivara česta je u primjeni na različitim zelenim površinama na Mediteranu i u kontinentalnoj Europi (Dorbić i sur., 2015; Dorbić i Temim, 2018; Gašparović i sur., 2022). Ulja proizvode žljezdani trihomi i druge sekretorne strukture, specijalizirana sekretorna tkiva koja su uglavnom difundirana na površini biljnih organa, cvjetova i listova (Sharifi-Rad i sur., 2017). Listovi obične lavande su uski, cjevovitog ruba, nasuprotni i dugi od 3 do 5 cm. Plod ima 4 sjemenke, a potpuno se razviju samo 1 ili 2 sjemenke (Herman 1971; Šilješ i sur., 1992; Kovačić i sur., 2008; Franjić i Škvorc 2010; Idžojić 2015; prema Nikolić 2015). Većinski zastupljene vrste obične lavande su bogate linalolom i linalil acetatom (Lane i sur., 2010; prema Habán i sur., 2023). Pored navedenih, glavni spojevi zastupljeni u lavandi i esencijalnom ulju lavande su: limonen, perinil alkohol, kumarin, tanin, kafeinska kiselina i kamfor, a koncentracije istih razlikuju se od vrste i kultivara lavande. Odnosno, važno je spomenuti da svaka vrsta lavande ima jedinstveni profil u kojem nekoliko odabranih molekula ima ulogu određivanja arome i specifičnih svojstava dobivenog esencijalnog ulja (Woronuk i sur., 2011; Demissie i sur., 2012; prema Habán i sur., 2023). Tako na sastav esencijalnih ulja utječe genski sklop biljke (Demissie i sur., 2012; Muñoz-Bertomeu i sur., 2007; prema Habán i sur., 2023), zatim dio biljnog materijala koji se koristi za dobivanje esencijalnog ulja, vrsta biljnog materijala (svježi ili osušeni), metoda ekstrakcije, geografski položaj, sastav tla, vrijeme berbe, itd. (Aprotosoae i sur., 2017; Radoukova i sur., 2018; prema Piskernik i sur., 2022). Također, različiti ekološki uvjeti mogu imati utjecaj na kemijski profil biljnog materijala jer se neki spojevi akumuliraju u određenom razdoblju kao odgovor na okolišne uvjete (Nikšić i sur., 2017).

MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Biljni materijal – *Plant material*

U cilju izolacije esencijalnog ulja, pripreme ekstrakta, kao i određivanja antioksidacijske aktivnosti istih, biljni materijal obične lavande sakupljan je na lokacijama Gubavica (općina Mostar; geografska širina: 43.204256, geografska dužina: 17.846585, prirodno stanište) i Šehovina (grad Mostar, geografska širina: 43.333356, geografska dužina: 17.821388; domaći uzgoj). Berba biljnog materijala obavljena je tijekom lipnja 2018. godine u jutarnjim satima te su isti stavljeni na sušenje u prozračnoj i mračnoj prostoriji. Osušeni biljni materijali zapakirani su u papirne vrećice te propisno skladišteni do analize. U eksperimentalnom radu korišteni su suhi cvjetovi s grančicama.

Kemikalije – *Chemicals*

U eksperimentalnom dijelu istraživanja korištene su sljedeće kemikalije: ABTS (2,2-azinobis (3-etilbenzolin-6-sulfonska kiselina), ≈ 98 %, Sigma-Aldrich; DPPH (2,2-difenil-1-pi-

krilhidrazil radikal, $C_{18}H_{12}N_5O_6$), ≥ 85 %, Fluka; etanol (C_2H_5OH) 96 %, SemiKem d.o.o. Sarajevo; etil acetat ($C_4H_8O_2$) 99,5 %, SemiKem d.o.o. Sarajevo; komercijalno esencijalno ulje lavande – nepoznato porijeklo; TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin, $C_{18}H_{12}N_6$) p.a., Merck; standard askorbinske kiseline – vitamin C ($C_6H_8O_6$) 99 %, Sigma-Aldrich.

Aparatura – *Apparatus*

U eksperimentalnom dijelu istraživanja korištena je sljedeća aparatura: Spektrofotometar: Perkin Elmer LAMBDA 25 UV – Vis; analitička vaga: E. Mettler, Type H5; aparatura za hidrodestilaciju.

Metode izolacije – *Isolation methods*

Procedura za hidrodestilaciju esencijalnog ulja – *Procedure for hydrodistillation of essential oil*

Za izolaciju esencijalnog ulja korištena je metoda hidrodestilacije. Osušeni biljni materijal se izvaže i stavlja u tikvicu s okruglim dnom, a zatim se dodaje 400 mL destilirane vode. Sastavljanjem aparature započet je postupak hidrodestilacije u trajanju od 2 sata.

Procedura za maceraciju – *Procedure for maceration*

Prethodno izvagana masa osušenog biljnog materijala prikupljenog na lokaciji Šehovina (grad Mostar) podvrgnuta je postupku maceracije. Izvagani biljni materijal je potopljen u etil acetatu te ostavljen 24 h na tamnom mjestu, uz povremeno miješanje, nakon čega je isti filtriran s pomoću lijevka i filter papira.

Uzorci – *Samples*

U eksperimentalnom dijelu rada uzorci su imenovani na sljedeći način:

- EO-1 – esencijalno ulje dobiveno hidrodestilacijom: uzorak Gubavica, općina Mostar, BiH;
- EO-2 – ekstrakt dobiven maceracijom uz etil acetat kao otapalo: uzorak Šehovina, grad Mostar, BiH;
- U-3 – vodeni ostatak nakon hidrodestilacije: Gubavica, općina Mostar, BiH;
- EO-4 – komercijalni uzorak.

Metode za određivanja antioksidacijske aktivnosti – *Methods for determining the antioxidant activity*

DPPH metoda – *DPPH method*

Određivanje antioksidacijske aktivnosti DPPH metodom provodi se spektrofotometrijskim mjerenjem apsorbancije koja počinje određivanjem maksimalne valne duljine (Nerdy i Manurung, 2018). Molekula DPPH, odnosno 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (α,α -difenil- β -pikrilhidrazil) predstavlja slobodni stabilni radikal nastao delokalizacijom rezervnog elektrona preko cijele molekule (Molyneux, 2003). Priprav-

ljanjem i miješanjem otopine DPPH (karakteristične tamno-ljubičaste boje) s tvari koja može donirati elektron dolazi do stvaranja reduciranog oblika DPPH, odnosno DPPH-H (Yapıcı i sur., 2021; prema Gulcin i Alwasel, 2023). Usljed stvaranja DPPH-H (hidrazina) dolazi do promjene boje iz tamnoljubičaste u blijedožutu zbog redukcije radikala prijenosom atoma vodika iz antioksidanasa koji su donori elektrona (Xie i Schaich, 2014; prema Gulcin i Alwasel, 2023). Slobodni DPPH radikal ulazi u interakciju s nesparenim elektronom pri čemu se dobiva jaka apsorbancija na 517 nm (Baliyan i sur., 2023). Postotak antioksidacijske aktivnosti računa se prema sljedećoj formuli:

$$(\%) AA = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100$$

Pri čemu je:

- A_0 – apsorbancija DPPH reagensa na početku mjerenja kada je $t = 0$ min.
- A_t – apsorbancija DPPH reagensa s uzorkom nakon $t = 30$ min (Rajukar i Hande, 2010).

Računanjem vrijednosti postotka antioksidacijske aktivnosti i njihovim uvrštavanjem u dijagram $\% AA = f$ izračunava se vrijednost IC_{50} iz jednadžbe pravca: $y = ax \pm b$. Iz dobivenih vrijednosti jednadžbe pravca izračunava se koncentracija koja je potrebna za inhibiciju 50 % DPPH.

ABTS metoda – ABTS method

ABTS (2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska) kiselina) široko je korišten spoj za određivanje ukupnog antioksidacijskog kapaciteta (TAC - total antioxidant capacity) biljnih ekstrakata, hrane, kliničkih tekućina itd. ABTS/TAC test predstavlja spektrofotometrijsku metodu koja koristi oksidirani kation ABTS radikala ($ABTS^{+}$) u reakciji s antioksidansima, pri čemu dolazi do gubitka plavo-zelene boje (Cano i sur., 2023). Metodom se spektrofotometrijski na 734 nm mjeri reakcija između antioksidansa i $ABTS^{+}$, zbog čega dolazi do stvaranja bezbojnog ABTS (Demiray i sur., 2009; prema Žabić, 2015). Smanjivanje koncentracije kationa ABTS radikala direktno je proporcionalno koncentraciji spojeva koji djeluju kao antioksidansi (Žabić, 2015). Postotak inhibicije apsorbancije na 734 nm izračunava se s pomoću formule:

$$(\%) AA = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100$$

pri čemu je:

- A_0 – apsorbancija reagensa i etanola;
- A_t – apsorbancija reagensa i biljnog uzorka/standarda (Rajukar i Hande, 2010).

IC_{50} ili koeficijent inhibicije određuje se iz grafikona, a definira se kao količina antioksidansa potrebna za smanjenje

početne koncentracije DPPH/ABTS radikala za 50 % (Bhoyar i sur., 2018).

FRAP metoda – FRAP method

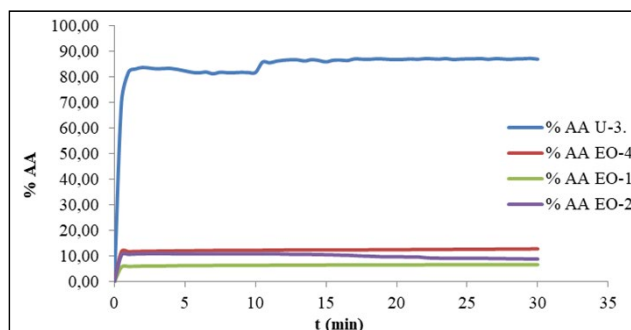
Procjena antioksidacijskog kapaciteta uzoraka može se odrediti mjerenjem redukcijskog potencijala upotrebom FRAP metode (Tharindu Madhuranga i Samarakoon, 2023). Metoda se temelji na redukciji Fe^{3+} bezbojnog TPTZ kompleksa u Fe^{2+} plavo obojeni kompleks tripiridiltriazin koji je nastao djelovanjem antioksidanasa, odnosno donora elektrona pri niskim pH vrijednostima. Spektrofotometrijskim mjerenjem prati se promjena apsorbancije na 593 nm (Rajukar i Hande, 2010). Kao standard se koristila askorbinska kiselina (vitamin C).

REZULTATI I DISKUSIJA

RESULTS AND DISCUSSION

Rezultati DPPH metode – Results of the DPPH method

Vrijednosti prema DPPH metodi izražene su kao postotak antioksidacijske aktivnosti (% AA) u koncentraciji od 1 mg/mL i iznose: U-3 ($83,65 \pm 11,27$) > EO-4 ($12,25 \pm 1,62$) > EO-2 ($10,05 \pm 1,51$) > EO-1 ($6,43 \pm 0,86$). Iz prethodnog je vidljivo da hidrodestilirano esencijalno ulje (EO-1) ima najslabiju antioksidacijsku aktivnost prema DPPH metodi. Prema istraživanju Viuda-Maros i sur. (2011), rezultati dobiveni različitim metodama za određivanje antioksidacijske aktivnosti više vrsta biljaka također ističu esencijalno ulje lavande kao slab antioksidans.



Slika 1. Tijek reakcije prema DPPH metodi

Figure 1. The course of the reaction according to the DPPH method

Na Slici 1. vidljivo je da se vrijednost IC_{50} može izračunati samo za vodeni ostatak nakon hidrodestilacije (U-3), dok je za hidrodestilirano ulje (EO-1), etil acetatni uzorak (EO-2), kao i komercijalno ulje (EO-4) izražen postotak antioksidacijske aktivnosti. Koncentracija vodenog ostatka nakon hidrodestilacije (U-3) koja daje 50 % inhibicije, tj. IC_{50} , očita je iz grafičkog prikaza (Slika 1.) i predstavlja koncentraciju ispitivanog uzorka potrebnog za smanjenje slobod-

nih radikala za 50 %. Niske vrijednosti IC_{50} ukazuju na višu antioksidacijsku aktivnost. U istraživanju Chrysargyris i sur. (2020) ispitivan je utjecaj nadmorske visine na antioksidacijski kapacitet odabranih vrsta biljaka, pri čemu su vrijednosti dobivene prema DPPH metodi za esencijalno ulje lavande iznosile $16,06 \pm 0,69 \text{ mg Trolox g}^{-1} \text{ fw}$. Navedenom studijom istaknut je utjecaj okolišnih uvjeta (nadmorske visine) na antioksidacijsku aktivnost ispitivanih esencijalnih ulja te je ista uzrokovana utjecajem na biosintezu određenih spojeva koji imaju veći ili manji antioksidacijski potencijal. U istraživanju Radi i sur. (2024) dobivene vrijednosti antioksidacijske aktivnosti za dva uzorka esencijalnih ulja *L. stoechas* i *L. abrialis* iznose $IC_{50} = 12,94 \mu\text{g/mL}$, odnosno $IC_{50} = 34,71 \mu\text{g/mL}$. Razlike u antioksidacijskom potencijalnu analiziranih uzoraka pripisuju se prisustvu kamfora, glavnog spoja proučavanih esencijalnih ulja koji je pokazao snažnu korelaciju s antioksidacijskom aktivnošću. Prema istraživanju Nikšić i sur. (2017), vrijednosti % inhibicije prema DPPH metodi iznosile su od 11,41 do 89,83 % u koncentracijama od 0,12 do 0,74 mg/mL. Vrijednost IC_{50} je bila 0,421 mg/mL, odnosno ispitivano esencijalno ulje inhibiralo je koncentraciju od 50 %, a navedena aktivnost ovisila je o dozi. U istraživanju Ceylan i sur. (2015) utvrđeno je da je postotak inhibicije DPPH radikala ekstraktom *Lavandula stoechas* iznosio $69,31 \pm 1,24 \%$ pri koncentraciji ekstrakta od 0,5 mg/mL. Na temelju navedenih rezultata, metanolni ekstrakt *L. stoechas* mogao se koristiti za smanjivanje DPPH radikala s vrijednošću IC_{50} od $0,300 \pm 0,010 \text{ mg/mL}$.

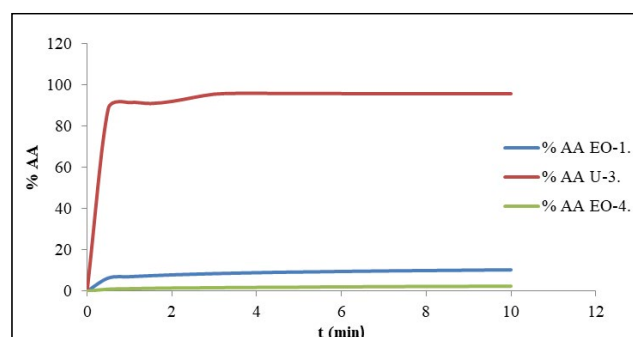
Iz Tablice 1. može se zaključiti da vodeni ostatak nakon hidrodestilacije (U-3) ima izrazitu antioksidacijsku aktivnost u koncentraciji od 1 mg/mL, dok komercijalni uzorak (EO-4) dostiže 12,25 %, a macerirani uzorak (EO-2) 10,05 % antioksidacijske aktivnosti za istu koncentraciju. Uzorak hidrodestiliranih esencijalnog ulja (EO-1) dostiže samo 6,43 % antioksidacijske aktivnosti za istu koncentraciju. Također, studija Talić i sur. (2023) ukazuje na niske vrijednosti antioksidacijske aktivnosti esencijalnog ulja lavande, pri čemu je koncentracija od 300 mg/mL dostigla više od 50 % aktivnosti hvatanja slobodnih radikala. Studija Odak i sur. (2015) također predstavlja analizirano esencijalno ulje *L. angustifolia* kao slab antioksidans s vrijednostima inhibicije od 13,3 % pri koncentraciji 20 mg/mL prema DPPH metodi. Nicolai i sur. (2016) u svom su istraživanju ispitivali antioksidacijsku aktivnost etanolnih ekstrakata više vrsta ljekovitog bilja, između ostalog i lavande, a objavom rezultata predstavili su etanolni ekstrakt lavande s najslabijom antioksidacijskom aktivnošću u odnosu na druge ispitivane uzorke.

DPPH metodom analizirani su uzorci hidrodestiliranih, kao i komercijalnog esencijalnog ulja u koncentraciji od 10 mg/mL, a dobivene vrijednosti su 16,64 % za hidrodestilirano i 13,69 % za komercijalno ulje. Primjenom veće koncentracije antioksidacijska aktivnost analiziranih uzoraka

značajno ne raste, a da bi neki uzorak smatrali efikasnim antioksidansom nužno je da u niskoj koncentraciji reducira slobodne radikale.

Rezultati ABTS metode – Results of the ABTS method

Prema ABTS metodi, svi uzorci analizirani su u koncentraciji od 1 mg/mL, a tijek reakcije prikazan je na Slici 2. Vrijednosti antioksidacijske aktivnosti prema ABTS metodi izražene kao % AA u koncentraciji od 1 mg/mL su sljedeće: U-3 ($90,27 \pm 20,78$) > EO-1 ($8,60 \pm 2,26$) > EO-4 ($1,79 \pm 0,58$). Odnosno, hidrodestilirano ulje (EO-1) imalo je antioksidacijsku aktivnost od 8,60 %, a komercijalno ulje (EO-4) samo 1,79 %. Vodeni ostatak nakon hidrodestilacije (U-3) pokazao je izuzetnu antioksidacijsku aktivnost od čak 90,27 % te je bilo moguće izračunati i vrijednost IC_{50} koja je iznosila $0,135 \pm 0,003$. Vrijednosti antioksidacijske aktivnosti iz studije sprovedene od strane Pljevljakušić i sur. (2023) prema ABTS metodi izražene preko standarda Troloxa za esencijalna ulja dvije vrste lavande iznose od $19,01 \pm 20$ do $15,2 \pm 1,1 \text{ mg/L Trolox}$.



Slika 2. Tijek reakcije prema ABTS metodi

Figure 2. The course of the reaction according to the ABTS method

Kao i u slučaju DPPH metode, primjenom koncentracija većih od 1 mg/mL prema ABTS metodi antioksidacijska aktivnost značajno se ne povećava. Koncentracija od 10 mg/mL hidrodestiliranih ulja dostiže samo oko 20,95 % antioksidacijske aktivnosti. Zbog ovih rezultata, antioksidacijsku aktivnost za esencijalno ulje nije moguće izraziti kao IC_{50} vrijednost.

Rezultati FRAP metode – Results of the FRAP method

Vrijednosti antioksidacijske aktivnosti prema FRAP metodi izražene kao mg Evit. C/g ekstrakta su sljedeće: U-3 ($1099,45 \pm 25,39$) > EO-4 ($48,38 \pm 3,23$) > EO-1 ($4,65 \pm 0,62$), a prikazane su u Tablici 1. Slika 3. predstavlja kalibracijsku krivulju vitamina C na temelju koje je izračunata koncentracija koja odgovara ekvivalentu mase po gramu uzorka. Očekivano je slaba antioksidacijska aktivnost hidrodestiliranih esencijalnog ulja i prema FRAP metodi. Varijacije u rezultatima mogu se pripisati različitim principima na kojima se

Tablica 1. Pregled dobivenih rezultata za uzorke ispitivane različitim metodama antioksidacijske aktivnosti**Table 1.** Overview of the obtained results for the samples tested by different methods of antioxidant activity

Uzorci Sample	DPPH		ABTS		FRAP mg Evit. C/g ekstrakta
	IC ₅₀	% AA (1 mg/mL)	IC ₅₀	% AA (1 mg/mL)	
EO-1	–	6,43 ± 0,86	–	8,60 ± 2,26	4,65 ± 0,62
EO-2	–	10,05 ± 1,51	–	–	–
U-3	0,032 ± 0,006	83,65 ± 11,27	0,135 ± 0,003	90,27 ± 20,78	1099,45 ± 25,39
EO-4	–	12,25 ± 1,62	–	1,79 ± 0,58	48,38 ± 3,23

*Svi uzorci analizirani su u triplikatima ± SD

*All samples were analyzed in triplicate ± SD

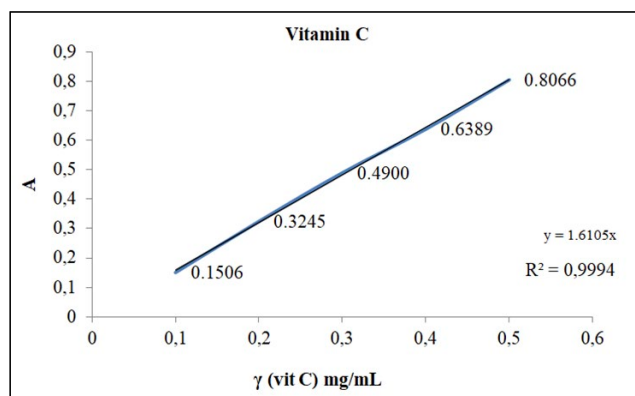
temelje navedene metode. Razlike u antioksidacijskim svojstvima uzoraka ispitivanih biljnih vrsta (uključujući i vrstu) pod utjecajem su nekoliko čimbenika kao što su sezona berbe biljnog materijala, geografsko porijeklo, izabrana metoda ekstrakcije kao i dio biljke koji se ekstrahira (Teixeira i sur., 2013; prema Odak i sur., 2015). U istraživanju koje su proveli Molina i sur. (2022) vršena je procjena antioksidacijskog kapaciteta esencijalnog ulja lavande s pomoću metoda FRAP i ABTS, pri čemu su dobiveni rezultati 88,24 μmol Fe²⁺/g, odnosno 101,23 μmol Trolox/g. Istraživanje López i sur. (2024) temeljilo se na ispitivanju antioksidacijske aktivnosti ekstrakata suhih listova lavande s pomoću tri antioksidacijske metode: DPPH, ABTS i FRAP, pri čemu su dobiveni postoci inhibicije 60,99 %, 79,86 % i 0,07 mg Troloxa/mL. Studija zaključuje da raznoliki kemijski sastav utječe na visoku antioksidacijsku aktivnost koja je posebno izražena zbog prisustva fenolnih spojeva. Etil acetatni uzorak (EO-2) nije se ispitivao ovom metodom zbog izrazito slabe aktivnosti. U istraživanju koje su proveli Talić i sur. (2023) etil acetatni uzorak postigao je 50 % inhibicije, ali u koncentraciji od 20 g/L, pri čemu studija zaključuje kako je navedeni uzorak umjereni antioksidans. Studija ukazuje kako su vodeni uzorak i etanolni ekstrakti pokazali značajnu antioksidacijsku aktivnost prema DPPH metodi s vrijednostima od 78,1 do 78,5 % pri koncentracijama od 10, odno-

sno 20 mg/mL, kao i prema FRAP metodi, tj. isti ekstrakti pokazuju najveću reducirajuću moć pri koncentraciji od 10 mg/mL. Prema svim korištenim metodama za određivanje antioksidacijske aktivnosti, najbolju aktivnost pokazao je vodeni ostatak nakon hidrodestilacije (U-3). Antioksidacijsku aktivnost posjeduju fenolni spojevi. Međutim, lavanda se najčešće upotrebljava za proizvodnju esencijalnog ulja, pri čemu neisparljivi fenolni spojevi zaostaju u vodenom dijelu. Upravo iz tih razloga, najbolju antioksidacijsku aktivnost pokazuje vodeni ostatak nakon hidrodestilacije. Najbitnija značajka fenolnih spojeva i biljnih flavonoida njihova je antioksidacijska aktivnost (Brunetti i sur., 2013; Szwajgier i sur., 2013; prema Nurzyńska-Wierdak i Zawislak, 2016). Antioksidacijsko djelovanje ekstrakata biljnih vrsta objašnjava se kroz mehanizam sinergijskog djelovanja flavonoida, antocijana, fenolnih spojeva, kumarina, tanina i mineralnih spojeva (Eghdami i Sadeghi, 2010; Nuñez i sur. 2012; Saeed i sur., 2012; prema Nurzyńska-Wierdak i Zawislak, 2016). Određivanjem kvalitativnog sastava vodenog ostatka nakon hidrodestilacije mogli bi se identificirati spojevi koji su odgovorni za antioksidacijsku aktivnost.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Na temelju rezultata dobivenih u provedenom istraživanju može se zaključiti da postoje značajne razlike u antioksidacijskoj aktivnosti među različitim uzorcima lavande. Esencijalna ulja, uključujući hidrodestilirana i komercijalna, kao i uzorak maceriran u etil acetatu, nisu pokazali značajnu antioksidacijsku aktivnost prema metodama DPPH, ABTS i FRAP. S druge strane, vodeni ostatak nakon hidrodestilacije dobiven nakon hidrodestilacije ističe se izuzetnom antioksidacijskom aktivnošću, što je potvrđeno svim primijenjenim metodama. Navedeni uzorak pokazuje najniže IC₅₀ vrijednosti za DPPH (0,032 ± 0,006 mg/mL) i ABTS (0,135 ± 0,003 mg/mL) te najbolje rezultate prema FRAP metodi, što ukazuje na njegovu značajnu sposobnost neutralizacije slobodnih radikala i visoki antioksidacijski kapacitet.

Visoka antioksidacijska aktivnost uzrokovana je prisutnošću fenolnih spojeva, koji su poznati po svojoj sposobnosti da

**Slika 3.** Kalibracijska krivulja za vitamin C**Figure 3.** Calibration curve for vitamin C

neutraliziraju slobodne radikale, smanjuju oksidativni stres i štite stanice od oštećenja. Fenolni spojevi ključni su za ovu aktivnost zbog svoje sposobnosti da doniraju elektrone slobodnim radikalima i stabiliziraju ih, čime sprečavaju dalje oštećenje stanica. Antioksidacijski potencijal potječe i od vodonetopivih spojeva: flavonoida i saponina. Esencijalna ulja sadrže lipofilne spojeve koji imaju dosta niži antioksidacijski potencijal.

Dobiveni rezultati ukazuju na značaj i potencijal vodenog ostatka nakon hidrodestilacije koji se pokazao kao značajan izvor prirodnih antioksidansa, što otvara mogućnosti za daljnja istraživanja. Na temelju dobivenih rezultata, daljnja istraživanja će se usredotočiti na detaljniju procjenu bioaktivnih komponenti vodenog ostatka nakon hidrodestilacije.

LITERATURA REFERENCES

- Baliyan, S., R. Mukherjee, A. Priyadarshini, A. Vibhuti, A. Gupta, R.P. Pandey, C. M. Chang, 2022: Determination of antioxidants by DPPH radical scavenging activity and quantitative phytochemical analysis of ficus religiosa. *Molecules* 27: 1326. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>.
- Bhojar, M. S., G. P. Mishra, P. K. Naik, S. B. Singh, 2018: Evaluation of Antioxidant Capacities and total Polyphenols in Various Edible Parts of Capparis spinosa L. Collected from trans-Himalayas. *Defence Life Science Journal*. 3. (2): 140-145. doi: 10.14429/dlsj.3.12570.
- Cano, A., A. B. Maestre, J. Hernández-Ruiz, M. B. Arnao, 2023: ABTS/TAC Methodology: Main Milestones and Recent Applications. *Processes* 2023, 11. 185. doi: <https://doi.org/10.3390/pr11010185>.
- Ceylan, Y., K. Usta, E. Maltas, S. Yildiz, 2015: Evaluation of Antioxidant Activity, Phytochemicals and ESR Analysis of Lavandula Stoechas. *Acta physica polonica A*. 128. (2015): No. 2-5. doi: 10.12693/APhysPolA.128.B-483.
- Chrysargyris, A., M. Mikallou, S. Petropoulos, N. Tzortzakos, 2020: Profiling of essential oils components and polyphenols for their antioxidant activity of medicinal and aromatic plants grown in different environmental conditions. *Agronomy* 2020. 10. 727; doi: 10.3390/agronomy10050727.
- Dorbić, B. E. Temim, 2018: Valorizacija dendro elemenata u parkovima i pejzažnim površinama na području Šibensko-kninske županije. *Annales-Anali za Istrske in Mediteranske Studije-Series Historia et Sociologia*, 28 (1): 167-192, doi: 10.19233/ASHS.2018.12.
- Dorbić, B., Karlo, T. Temim, E. Gugić, M. Friganović, E. Šarolić, M. Delić, Ž. Temim, A. Hadžiabulić, 2015: Istraživanje stavova o primjeni aromatičnih vrsta u vrtovima Drniša i okolice. *Glasnik Zaštite Bilja*, 38 (6), 6-14.
- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet, 432 str.
- Gašparović, I., Španjol, Ž. Dorbić, B. Vrh, N. Tolić, I. Vojinović, M. S. Stevanović, 2022: Krajobrazno-ekološka valorizacija u kontekstu zaštite i revitalizacije Park šume Hober u Korčuli - R. Hrvatska. *Šumarski list*, 146 (5-6), 225-241. <https://doi.org/10.31298/sl.146.5-6.5>
- Gulcin, I., S. H. Alwasel, 2023: DPPH Radical Scavenging Assay. *Processes* 2023, 11. (8): 2248; doi: <https://doi.org/10.3390/pr11082248>.
- Habán, M., J. Korczyk-Szabó, S. Čerteková, K. Ražná, 2023: Lavandula Species, Their Bioactive Phytochemicals, and Their Biosynthetic Regulation. *Int J Mol Sci*. 2023. 24. (10): 8831. doi: 10.3390/ijms24108831
- Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija. Stanbiro, Zagreb, 470 str.
- Idžojić, M., 2013: Dendrologija: cvijet, češer, plod, sjeme, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 672 str.
- Kajtaž, E, 2019: Izolacija i određivanje hemijskog sastava i antioksidacijske aktivnosti esencijalnog ulja *Lavandula angustifolia* Miller. Magisterij. Univerzitet u Sarajevu. Prirodno-matematički fakultet.
- Kasote, D. M., S. S. Katyare, M. V. Hegde, H. Bae, 2015: Significance of Antioxidant Potential of Plants and its Relevance to Therapeutic Applications. *Int J Biol Sci*. 2015; 11. (8): 982–991. doi: 10.7150/ijbs.12096.
- Kiproviski, B., T. Zeremski, A. Varga, I. Čabarkapa, J. Filipović, B. Lončar, M. Aćimović, 2023: Essential oil quality of lavender grown outside its native distribution range: a study from Serbia. *Horticulturae* 2023, 9. (7): 816; doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070816>.
- Kovačić, S. i sur., 2008: Flora jadranske obale i otoka-250 najčešćih vrsta. Školska knjiga, Zagreb, 560 str.
- López, W. Y. V., C. J. C. Alvarado, M. D. D. Medica, et al. Evaluation of antibacterial and antioxidant properties of Lavandula officinalis extracts obtained by ultrasound. *Int J Mol Biol Open Access*. 2024; 7. (1): 15-19. doi: 10.15406/ijmboa.2024.07.00159.
- Madhuranga H. D. T., D. N. A. W. Samarakoon, 2023: Advancing In vitro Antioxidant Activity Assessment: A Comprehensive Methodological Review and Improved Approaches for DPPH, FRAP and H2O2 Assays. *Nat Ayurvedic Med* 2023. 7. (4): 000431. doi: 10.23880/jonam-16000431.
- Molina, R., J. Orlando, T. Castellano, A. Maricela, Z. Ochoa, Z. Eliana, Z. Altamirano, L. Emilio, P. Rosero, O. Fabricio, 2022: Aceite esencial de lavanda (Lavándula angustifolia). *UTCiencia*. ISSN-e 2602-8263. ISSN 1390-6909, 9. (3): 113-127.
- Molyneux, P., 2003: The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2004, 26. (2): 211-219.
- Nerdy, N., K. Manurung, 2018: Spectrophotometric method for antioxidant activity test and total phenol determination of red dragon fruit leaves and white dragon fruit leaves. *Rasayan J. Chem.*, 11. (3): 1183-1192. doi: <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2018.1134018>.
- Nicolai, M., P. Pereira, R. F. Vitor, C. Pinto Reis, A. Roberto, P. Rijo, 2016: Antioxidant activity and rosmarinic acid content of ultrasound-assisted ethanolic extracts of medicinal plants. *Measurement* 89: 328-332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.04.033>.
- Nikolić, T. ur.: 2015: Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (pristupljeno: kolovoz 2024).
- Nikšić, H., E. Kovač-Bešović, K. Durić, J. Kusturica, S. Muratović, 2017: Antiproliferative, antimicrobial, and antioxidant activity of Lavandula angustifolia Mill. essential oil. *Jour-*

- nal of Health Sciences 2017; 7. (1): 35-43. doi: <https://doi.org/10.17532/jhsci.2017.412>.
- Nurzyńska-Wierdak, R., G. Zawiślak, 2016: Chemical composition and antioxidant activity of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) aboveground parts. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 15. (5): 225-241.
 - Odak, I., S. Talić, A. Martinović Bevanda, 2015: Chemical composition and antioxidant activity of three Lamiaceae species from Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina* 2015, 45: 23-30.
 - Piskernik, S., M. Jaršek, A. Klančnik, S. Smole Možina, F. Bucar, B. Jaršek, 2022: Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils made from *Lavandula x intermedia* from Hvar (Croatia). *Natural Product research* 2023. 37. (23): 4018–4022 doi: <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2161539>.
 - Pljevljakušić, D., S. Kostadinović Veličkovska, Lj. Mihajlov, A. Čerepnalkovski, 2023: Chemical composition and biological activity of lavandin and lavender essential oils. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 100. (2): 91-103. ISSN 2611-9013. URL: <https://eprints.ugd.edu.mk/id/eprint/32229>.
 - Politeo, O., M. Jukić, M. Miloš, 2005: Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils of Twelve Spice Plants. *Croatia chemica acta CCAACAA* 79. (4): 545-552.
 - Prusinowska, R., K. B. Smigielski, 2014: Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review. *Herba polonica* 60. (2). doi: 10.2478/hepo-2014-0010.
 - Radi, M., Z. Eddardar, A. Dríoiche, F. Remok, M. E. Hosen, K. Zibouh, B. Ed-Damsyry, A. Bouatkiout, S. Amine, H. Touijer, A. M. Salamatullah, M. Bourhia, S. Ibenmoussa, T. Zair, 2024: Comparative study of the chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activity of the essential oils extracted from *Lavandula abrialis* and *Lavandula stoechas*: in vitro and in silico analysis. *Front. Chem.* 12: 1353385. doi: 10.3389/fchem.2024.1353385.
 - Rajukar, N. S., S. M. Hande, 2010: Estimation of phytochemical content and antioxidant activity of some selected traditional Indian medicinal plants. *Indian J Pharm Sci*, 73. (2): 146-151. doi: 10.4103/0250-474x.91574.
 - Sethy, A., P. Mishra, H. Mohanty, B. Patra, S. Sethi, S. Mishra, J. Prakash Sahoo, 2024: Unlocking the Secrets: Lavender Essential Oil and Its Potential Health Benefits. *Food and Scientific Reports*, 5. (3): 58-66. doi: 10.13140/RG.2.2.24775.51366.
 - Sharifi-Rad, J., A. Sureda, G. C. Tenore, M. Daglia, M. Sharifi-Rad, M. Valussi, R. Tundis, M. Sharifi-Rad, M. R. Loizzo, A. Oluwaseun Ademiluyi, R. Sharifi-Rad, S. A. Ayatollahi, M. Ir-iti, 2016: Biological activities of essential oils: from plant chem-oecology to traditional healing systems. *Molecules* 2017. 22. (1): 70; doi: 10.3390/molecules22010070.
 - Sharma, P., A. Bhushan Jha, R. Shanker Dubey, M. Pessarakli, 2012: Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Botany* 2012. Article ID 217037. 26. doi: 10.1155/2012/217037 .
 - Šilješ, I., Đ. Grozdanić, I. Grgesina, 1992: Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga Zagreb.
 - Talić, S., I. Odak, M. Marković Boras, A. Smoljan, A. Martinović Bevanda, 2023: Essential oil and extracts from *Lavandula angustifolia* Mill. cultivated in Bosnia and Herzegovina: Antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibition. *International Journal of Plant Based Pharmaceuticals* 3. (1): 95–103. doi: <https://doi.org/10.29228/ijpbp.21>.
 - Tit, D. M., S. G. Bungau, 2023: Antioxidant activity of essential oils. *Antioxidants (Basel)*. 2023 Feb; 12. (2): 383. doi: 10.3390/antiox12020383.
 - Viuda-Martos, M., M. A. Mohamady, J. Fernander-López, K. A. Abd ElRazik, E. A. Omer, J. A. Pérez-Alvarez, E. Sendra, 2011: In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control* 2011. 22. (11): 1715-1722. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.04.003>.
 - Vukičević, E. (1987): *Dekoratívna dendrologija*. Naučna knjiga, Beograd, 580 str.
 - Wainer, J., A. Thomas, T. Chimhau, K. G. Harding, 2022: Extraction of Essential Oils from *Lavandula x intermedia* 'Margaret Roberts' Using Steam Distillation, Hydrodistillation, and Cellulase-Assisted Hydrodistillation: Experimentation and Cost Analysis. *Plants* 2022, 11. 3479. doi: <https://doi.org/10.3390/plants11243479>.
 - Žabić, M., 2015: Antioksidativna aktivnost biljaka iz familije Polygonaceae. *Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske*, 11. (2015): 1-9. doi: 10.7251/GHTE1511001Z.
 - Żukowska, G., Z. Durczyńska, 2024: Properties and Applications of Essential Oils: A Review. *Journal of Ecological Engineering* 2024. 25. (2): 333–340 doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/177404>.

SUMMARY

Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) is a low, perennial shrub that grows in countries around the western Mediterranean. It originates from sunny rocky areas and is primarily cultivated for its essential oils. Various studies have shown that certain types of medicinal plants, such as *L. angustifolia* Miller, containing linalool and linalyl acetate ester, have a mild sedative effect and are used in aromatherapy and phytotherapy to relieve stress. The aim of this study is to determine the antioxidant activity of lavender samples. Samples of plant material were collected from the following areas: Gubavica (municipality of Mostar) and Šehovina (city of Mostar). The following samples were analyzed: the essential oil obtained by hydrodistillation of the plant material (Gubavica), the sample macerated in ethyl acetate (Šehovina), the collected aqueous residue after hydrodistillation, and commercial essential oil. The determination of the antioxidant activity of the samples was carried out using the following methods: DPPH, ABTS, and FRAP. Hydrodistilled essential oil, as well as commercial oil, showed weaker antioxidant activity, which was confirmed by all the methods used. Weaker antioxidant activity was also observed in the analysis of the ethyl acetate sample. By monitoring the reaction progress for the aforementioned samples it was impossible to calculate the IC_{50} value. The aqueous residue after hydrodistillation showed the highest antioxidant activity according to all methods used, confirmed by the IC_{50} value according to the DPPH method, which was 0.032 ± 0.006 mg/mL, while for the ABTS method, the IC_{50} value was 0.135 ± 0.003 mg/mL. Also, according to the FRAP method, the aqueous residue after hydrodistillation exhibited the best antioxidant activity (1099.45 ± 25.39 mg Evit. C/g of the extract). By comparing the chemical composition and antioxidant activity of the tested samples, it can be concluded that the antioxidant effect is due to the phenolic compounds found in the aqueous residue after the hydrodistillation of the essential oil, which exhibited the best activity. In contrast, the compounds that make up the essential oil itself have only minor effectiveness regarding antioxidant capacity.

KEY WORDS: Lavender, antioxidant activity, DPPH, ABTS, FRAP

MA NEĆE BITI NIŠTA...

NEMAR JE PRVA
ISKRA

U slučaju opasnosti nazovi 193 ili 112.

PREDMETI KOJI MOGU IZAZVATI POŽAR



opusak
cigarete



odbačeno
staklo



neugašen
plamen



iskra od
radova

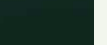
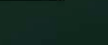
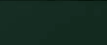
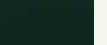
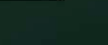
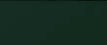


izgubljen
upaljac

Samo 10% šumskih požara posljedica je nesretnog slučaja.
Preostalih 90% nastaje zbog ljudske nepažnje.

POSTUPCI U SLUČAJU ŠUMSKOG POŽARA

- Čim primjetite dim, nazovite 193 ili 112
- Predstavite se i napomenite jesu li ljudi u opasnosti
- Razgovjetno opišite situaciju i lokaciju
- Ne koristite telefonsku liniju dok ne dodu vatrogasci za slučaj da im je potrebna dodatna informacija
- Upamtite da su ljudski životi važniji od imovine
- Izbjegavajte udisanje dima, on je često opasniji od plamena
- Ne ometajte vatrogasce u gašenju požara
- Ne približavajte se vatru kako biste ju snimali



Hrvatske šume d.o.o.

SPECIES DISTRIBUTION MODELING OF RED HAWTHORN (*Crataegus monogyna* Jacq.) IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE

MODELIRANJE DISTRIBUCIJE VRSTA CRVENOG GLOGA (*Crataegus monogyna* Jacq.) KAO ODGOVOR NA KLIMATSKE PROMJENE

Ayşegül TEKEŞ^{1*}, Serkan ÖZDEMİR², Candan AYKURT³, Serkan GÜLSOY¹, Kürşad ÖZKAN¹

SUMMARY

This study aimed to estimate the current and future potential status of *Crataegus monogyna* Jacq. which is one of the important Non-Wood Forest Product (NWFPs) species in the Bozdağlar Mountains in the Aegean Region of Türkiye. MaxEnt method was used for potential distribution modelling and mapping of the target species. Climate data were obtained from the WorldClim database. Data on future climate conditions were downloaded from the UKESM1-0-LL projection for the years 2081-2100. As a result of the modelling process, the AUC value of the training dataset was 0.802 and the test dataset AUC value was 0.609. The variables shaping the model were BIO12 (annual precipitation), BIO7 (temperature annual range (BIO5-BIO6)), HI (heat index), TPI (topographical position index), and BIO13 (precipitation of wettest month). We found that the suitable distribution area of the target species, which is currently 182,214 ha, is estimated to decrease by 7,311 ha under the worst-case scenario SSP5 8.5, whereas the unsuitable area, which is currently 75,490 ha, is estimated to increase by 250,393 ha. The findings obtained in this study will aid in developing site-specific conservation strategies and management plans relevant to forestry.

KEY WORDS: *Crataegus monogyna*, NWFPs, climate change, climate scenarios, MaxEnt, Türkiye

INTRODUCTION

UVOD

Forests have been used for basic needs, such as nutrition, shelter and protection since the beginning of human history. Non-Wood Forest Products (NWFPs) play a significant role in these areas of use. Türkiye hosts many plants with different ecological requirements owing to its geographical location and climatic characteristics (Özdemir and Özkan, 2016). While some of these species are widely distributed, others are locally distributed in limited areas. Studies indicate that species distribution and diversity are changing and may continue to change over time (Mert and Acarer, 2021; Almeida et al., 2022). It is believed that the

main reason for this is climate change. This is because anomalies observed due to climate change can affect the habitat characteristics of the species. This process forces species to either adapt or relocate, which can threaten their continuity or cause significant changes in their distribution (El Gendy et al., 2023; Hosseini et al., 2024; Tekeş, 2024). Moreover, climate change is not the only factor that drives species to change. The increasing human demand for natural resources has become one of the reasons as well (Tekeş and Cürebal, 2017; Almeida et al., 2022). Considering their current use, NWFPs are one of the most prominent examples. At this point, in order to produce solutions, the most effective tool that can be used to reveal how species can react to

¹ Dr. Ayşegül Tekeş, prof. dr. Serkan Gülsoy, prof. dr. Kürşad Özkan, Faculty of Forestry, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye

² Assist. Prof. Serkan Özdemir, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Vocational School, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye

³ Prof. Dr. Candan Aykurt, Faculty of Science, Akdeniz University, Antalya, Türkiye

*Corresponding author: Ayşegül Tekeş, email: tekesaysegull@gmail.com

climate change is species distribution modelling (El Gendy et al., 2023; Hao et al., 2024; Hosseini et al., 2024).

Species distribution models are inherently compatible with climate models, allowing for their integration into future climate scenarios and enabling the prediction of potential shifts in species distribution (Özkan, 2014; Zenbilci et al., 2024). In this context, the maximum entropy (MaxEnt) method is one of the most widely used species distribution modelling methods in the literature. MaxEnt is preferred due to its ability to work with non-existent data and produce highly accurate results with a small number of observation data (Özdemir et al., 2020; Hussein and Workeneh, 2021; Karakaya and Yücel, 2021; Acarer, 2024a). Additionally, integrating this method with the free MaxEnt 3.4.4 software package and open-source software like R and RStudio provides researchers with an accessible and practical solution (Phillips et al., 2004; Wisz et al., 2008; Phillips et al., 2009; Süel, 2014; Özdemir, 2022; Çıvğa et al., 2024).

In Türkiye, many species such as hawthorn, thyme, stone pine, sage, bay leaf, cyprus turpentine, Cistus, and rosehip stand out in terms of quantity (Özdemir and Özkan, 2016; OGM, 2018). Among these, hawthorn (*Crataegus* spp.) has a wide distribution in our country with 17 species and 34 taxa (Ulus et al., 2016). Red hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) is widely distributed in Türkiye (Meriçli and Melikoğlu, 2002; Özderin, 2014). *Crataegus monogyna* is a deciduous shrub that can grow up to 10 meters tall. This species is distributed in various habitats, from sea level to 2000 m above sea level. It is frequently found in hilly areas, maquis, oak thickets, mixed forests, and roadsides (Browicz, 1972). *Crataegus monogyna* flowers in April–June and its red-coloured fruits can remain on the tree until mid-winter. Therefore, it is an important food source for wild animals (Ayberk, 2004; Ünal & Arslan, 2019; Akkemik, 2020). Examination of the ecological requirements of hawthorn shows that it does not tolerate high temperatures, it can withstand temperatures as low as -18°C , and it is resistant to sea winds and air pollution (Genç, 2007; PFAF, 2023).

Hawthorn leaves, flowers and fruits have a wide range of uses in food and medicine. The shoots, roots, bark and fruits of hawthorn species are used in the treatment of various diseases, such as digestive system and heart diseases, gout, depression, kidney stones and hypertension. In addition, teas made from dried hawthorn fruits and flowers are widely used for the treatment of conditions such as cough, throat inflammation, and oedema (Vatansever, 2016). *Crataegus monogyna* is also preferred as an ornamental plant due to the colour of its fruits. *Crataegus monogyna* has the highest antioxidant capacity among the hawthorn species (Özyürek et al., 2012). In recent years, *C. monogyna* has stood out as a preferred NWFPs in arid, and semi-arid cold regions and has provided an important source of economic income (Bayar and Deligöz, 2016). Due to these characteristics, *C. monogyna* is the most common and frequently

used species among other hawthorn species (Özderin et al., 2015; Bayar and Deligöz, 2016).

Studies on *C. monogyna* mostly focused on its chemical composition (Bahorun et al., 1994; Bahorun et al., 2003; Bernatoniene et al., 2008; Barros et al., 2011; Özyürek et al., 2012; Keser et al., 2014; Ruiz-Rodriguez et al., 2014; Tahirovic and Basic, 2014; Nabavi et al., 2015; Abuashwashi et al., 2016; Belabdelli et al., 2022), botanical characteristics (Martinelli et al., 2021) and genotype characteristics (Yılmaz et al., 2010). Potential dispersion modelling (Karataş et al., 2019) and climate scenarios integrated into these studies (Radha and Khwarahm, 2022) are limited. In Türkiye, no studies have been conducted in this direction. Therefore, the aim of this study was to model the current and future (2100) potential distribution of *C. monogyna*, which is distributed in the Bozdağlar Mountains region of the Aegean region in Türkiye, using the MaxEnt method. These outputs will enable more effective and informed planning of the target species in terms of sustainable forestry and NWFPs (Karataş et al., 2019). This study has a unique value in terms of the method to be used and the parameters evaluated and is one of the first studies in this field in Türkiye. In addition, this study serves as a guide for the identification and modelling of important NWFP species in each region.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Study Area – Područje istraživanja

The study area, the Bozdağlar Mountains, is located in Manisa–Izmir provinces in the Aegean region of Türkiye and covers an area of approximately 259,000 ha (Figure 1). It is surrounded by the Gediz Plain in the north, the Küçük Menderes Plain in the south, Nif (Kemalpaşa) Mountain in the west, and the Alaşehir Plain in the east. The study area generally has a Mediterranean climate with hot and dry summers and mild and rainy winters, and it is located in the Mediterranean phytogeographic region (Atalay and Efe, 2015; Tekeş and Cürebal, 2019). Forest, maquis, Mediterranean mountain steppe, and subalpine vegetation are observed in the study area. Forest vegetation consists of red pine, larch, and chestnut trees (Günel, 1987; Bekat and Ofilas, 1990).

The Bozdağlar Mountains is the largest mountain range in the Aegean region (Eken et al., 2006) and one of the richest mountains in the region in terms of vegetation. Approximately 750 taxa were recorded in the Bozdağlar Mountains, 104 of which are endemic. The Bozdağlar Mountains harbour about 40 rare taxa throughout the country, 8 of which are endemic species specific to the Bozdağlar Mountains. The Boz Dag Important Plant Area (KBA) is located in the centre of the Bozdağlar Mountains (Ofilas and Bekat, 1988; Özhatay, et al. 2008). In addition to the richness of the ecosystem and plant diversity in the area, the presence of wildlife is also an important factor in determining the study

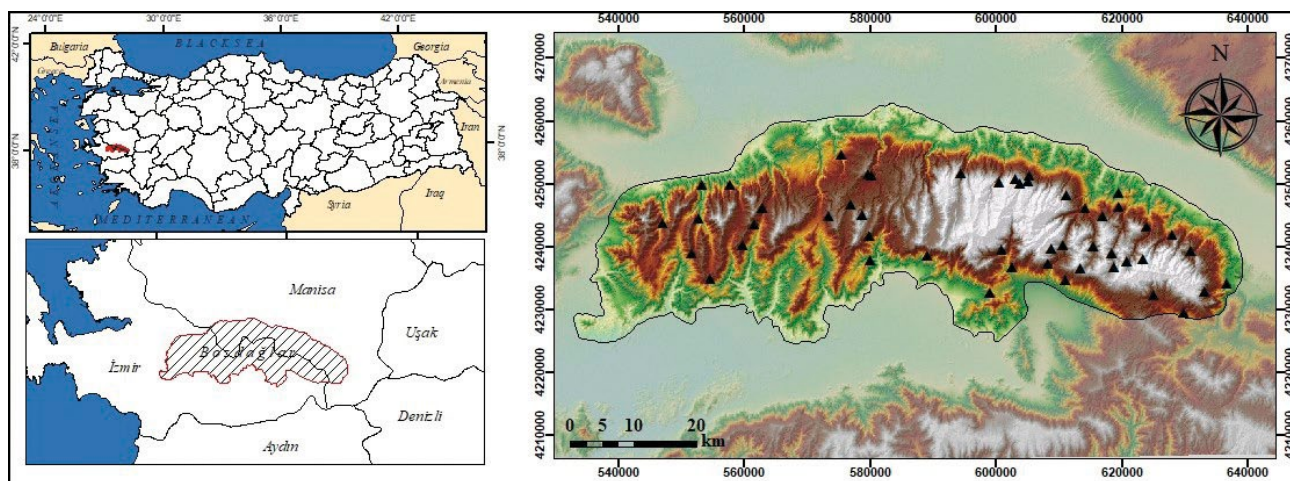


Figure 1. Location map of the study area

Slika 1. Karta lokacije područja istraživanja

area. The presence of the Bayındır-Ovacık Wildlife Development Area within the study area (Malkoç, 2017) increases the ecological value of the region. In addition, the fact that the Bozdaglar Mountains is among the areas that may be affected by climate change (GDM, 2015) is an important motivation for selecting this site. Also, mountainous ecosystems as areas where species displacement is most prominent is another reason for its selection. In mountainous ecosystems, which are characterised by high altitudes and low-temperature conditions, it is suggested that climate change may lead to more pronounced effects (Pauli et al., 2007; Pauli et al., 2012).

Preparation of environmental variables – *Priprema varijabli okoline*

Base maps of the study area were prepared using ArcMap interface of ArcGIS programme. Digital elevation model data were downloaded from the EarthData database (<https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=C1711961296-LPCLOUD>) as 'tif' files, which were then combined and clipped to match the study area's boundaries using the ArcMap software. In the next stage, slope, aspect and shading index (Mitchell, 1999; Burrough et al., 2015) maps were produced with the 'Spatial Analyst Tools' tool using the elevation base. Topographic position index (TPI) and solar illumination index maps were created with the 'Topography Tools' plug-in prepared by Jenness (2006). Ruggedness index (Jacek, 1997; Riley et al., 1999) map was created with the 'Terrain Tools' plug-in. Roughness index map (Jacek, 1997; Riley et al., 1999) was produced with 'Geomorphometry and Gradient Metrics Tools' plug-in. Solar radiation index map (Mitchell, 1999; Thuiller et al., 2003) was produced with 'Spatial Analyst Tools'. After these base maps were produced, Radiation Index (RI) (Equation 2.1) (Moisen and Frescino, 2002; Aertsen et al., 2010), Aspect Favourability Index (AFI) (Equation 2.2) (McCune and Keon, 2002) (Figure 3.22) and Heat Index (HI) (Equation 2.3) (Parker, 1988) maps were created with the help of different equations in the literature with the 'Raster Calculator' tool in the ArcMap software. The equations for these indices are as follows:

ation 2.3) (Parker, 1988) maps were created with the help of different equations in the literature with the 'Raster Calculator' tool in the ArcMap software. The equations for these indices are as follows:

$$RI = (1 - \cos((\pi/180) * (Q - 30))) / 2 \quad (2.1)$$

In the above equation, Q stands for the aspect value (Moisen and Frescino, 2002; Aertsen et al., 2010).

$$AFI = \cos(Q_{max} - Q) + 1 \quad (2.2)$$

In the above equation, Q is the aspect, while Q_{max} value of 202.5° is the value of the slope in radians (McCune and Keon, 2002).

$$HI = \cos(A - 202.5) \times \tan(\text{Slope}) \quad (2.3)$$

In the above equation, A represents the aspect value in radians, while 202.5° represents the maximum heat load of the south-southwest facing slopes (Parker, 1988).

Preparation of climate data – *Priprema klimatskih podataka*

For today and the year 2100, 19 different bioclimate datasets created by Hijmans et al. (2005) were obtained from the WorldClim database. The data for the year 2100 were downloaded from the UKESM1-0-LL (United Kingdom Earth System Model) (Sellar et al., 2019) projection with a resolution of 30 arc seconds (~ 1 km) for the period 2081-2100 for SSP1 2.6, SSP2 4.5, SSP3 7.0 and SSP5 8.5 scenarios. These maps downloaded at the world scale were cut in accordance with the dimensions of the study area and prepared for statistical analyses by geometric registration (Table 1).

After all the environmental base maps of topographic and climate variables were created, a grid network of the study area with a cell size of 30×30 m was prepared. All variables were applied to the grid network with the 'Extract Multi

Values to Points' tool in the ArcMap software. Then, all variables were saved in ASCII format with an equal number of cells.

Field studies – *Terenska istraživanja*

In order to carry out field studies in the areas planned within the scope of the study, reconnaissance trips were organised first. During these reconnaissance trips, the areas where growing environment factors and plant communities change were visited and the variation in these areas was taken into consideration in the selection of sample plots. In addition, care was taken to select sample plots from areas where the species would not be exposed to human impact, such as grazing and recreation. Field studies were carried out in a total of 170 sample plots (Figure 1). Consequently, 'presence' data for *C. monogyna* were recorded in 49 sample plots. In addition, the coordinate values of the sample plots were also recorded during the inventory.

Statistical analyses and modelling process – *Statističke analize i proces modeliranja*

Before the modelling process, Pearson correlation analysis was applied to the RStudio software to prevent the multicollinearity problem that may arise from the high correlation between 12 topographic and 19 bioclimatic variables in the areas where 'present' data were recorded for *C. monogyna* (Acarer, 2024b; 2024c). The selected variables were included in the modelling process (Table 1).

Potential distribution modelling of *C. monogyna* for the present and future (2100) was carried out using MaxEnt 3.4.4 software. During the modelling process, a 10-fold cross-validity test was applied. The convergence threshold value was set to 10^5 , and the iteration limit was set to 5000 (Philips, 2005). The bootstrap method was used to assess the test results of the parameter estimates. These procedures were continued until a model that best explained the relationship between dependent and independent variables was obtained.

As in other types of distribution modelling methods, the accuracy of the model obtained from the MaxEnt method should be verified. In this context, the area under curve (AUC) value was used, which includes specificity and sensitivity indices that are the most widely used validity tests in the literature (Tekin et al., 2018). Accordingly, AUC values were categorised as 'excellent' ($AUC > 0.90$), 'very good' ($0.90 > AUC > 0.81$), 'good' ($0.80 > AUC > 0.71$), 'low' ($0.70 > AUC > 0.61$) and 'unsuccessful' ($AUC < 0.60$) (Swets, 1988). The dispersion model was then generalised to the SSP1 2.6, SSP2 4.5, SSP3 7.0 and SSP5 8.5 scenarios for the period 2081–2100 based on the UKESM1-0-LL projection. Finally, by comparing the maps obtained for today and the year 2100, areas most likely to be affected by climate change in the study area were identified.

RESULTS REZULTATI

Variable selection – *Odabir varijable*

Following the correlation analysis, variables with a p-value of ≥ 0.80 were excluded (Gülsoy et al., 2016; Karataş et al., 2019). Consequently, 10 environmental variables were selected for the modeling process: five bioclimatic variables (BIO1, BIO3, BIO7, BIO12, and BIO13) and five topographic variables (SLOPE, HILLSHADE, RI, HI, and TPI).

To determine the variables contributing to the model, elimination was performed based on their contribution rates. Then, the best distribution model obtained was extended throughout the region, and the potential distribution map of the present day was obtained.

Model performance – *Učinak modela*

During the modelling process, a 10-fold cross-validity test was applied. The convergence threshold value was set to 10^5 and the iteration value was set to 5000. From the 33 variables, those with the lowest percentage contribution to the model were removed, and this process was continued until five variables remained. The AUC value of the final model was 0.802 (Figure 2a), indicating that the model falls into the 'good' category according to Swets' (1988) classification. When we look at the jackknife test graph of the model, the variables shaping the model were determined to be BIO12, BIO7, HI, TPI, and BIO13 according to their contribution rates (%) (Figure 3).

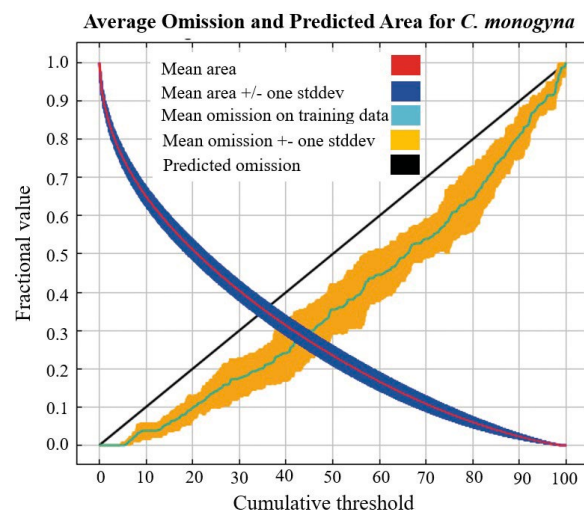
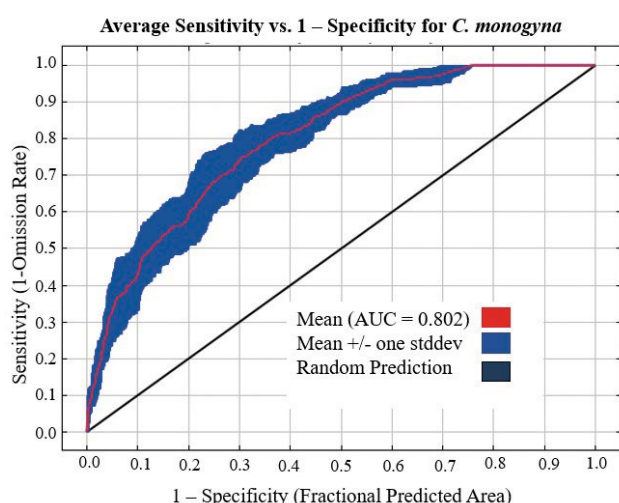
In the jackknife test graph, the light-blue colour represents the change in the stability of the model when each variable is excluded. The downward trend of the bar graph on the training gain scale indicates the rate of change in the stability of the model when the relevant variable is excluded. The dark blue colour indicates the contribution of the relevant variables alone in the model. The red colour is a descriptive graph on the cumulative contribution of all variables to the model. In this graph, as one of the model evaluation criteria, it is expected that the dark blue line should not exceed the light blue line. This indicates that there may be inconsistencies in the model and its control is important. According to the results of the jackknife test, all the variables that make up the model are consistent. The marginal response curves for each variable are shown in Figure 4.

It was observed that BIO12 (annual precipitation), which is the variable that contributes the most to the model, had a positive relationship up to 720 mm and a negative relationship above it. In addition, the potential distribution areas of the species increased in the 700–800 mm precipitation range. When we look at the second variable, BIO13 (precipitation of wettest month), which is effective in the distribution of the species, it is seen that the potential dis-

Table 1. Codes and descriptions of bioclimate and topographic variables

Tablica 1. Šifre i opisi bioklimatskih i topografskih varijabli

Code Kod	Explanation of climate variables Objašnjenje klimatskih varijabli	Code Kod	Explanation of topographic variables Objašnjenje topografskih varijabli
BI01	Annual Mean Temperature – <i>Srednja godišnja temperatura</i>	ELEV	Elevation – <i>Nadmorska visina</i>
BI02	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp – min temp)) – <i>Srednji dnevni raspon (mjesečni prosjek (maks. temp. – min. temp.))</i>	SLOP	Slope – <i>Nagib</i>
BI03	Isothermality (BI02/BI07) ($\times 100$) – <i>Izotermnost (BI02/BI07) ($\times 100$)</i>	ASPE	Aspect – <i>Orijentacija</i>
BI04	Temperature Seasonality (standard deviation $\times 100$) – <i>Sezonalnost temperature (standardna devijacija $\times 100$)</i>	HILL	Shading index – <i>Indeks sjenčanja</i>
BI05	Max Temperature of Warmest Month – <i>Maksimalna temperatura najtoplijeg mjeseca</i>	TPI	Topographic position index – <i>Indeks topografskog položaja</i>
BI06	Min Temperature of Coldest Month – <i>Minimalna temperatura najhladnijeg mjeseca</i>	HI	Heat Index – <i>Indeks topline</i>
BI07	Temperature Annual Range (BI05–BI06) – <i>Godišnji raspon temperature (BI05–BI06)</i>	SOLI	Solar illumination index – <i>Indeks sunčevog osvjetljenja</i>
BI08	Mean Temperature of Wettest Quarter – <i>Srednja temperatura najvlažnijeg kvartala</i>	RUGI	Ruggedness index – <i>Indeks otpornosti</i>
BI09	Mean Temperature of Driest Quarter – <i>Srednja temperatura najsušeg kvartala</i>	ROUI	Roughness index – <i>Indeks hrapavosti</i>
BI010	Mean Temperature of Warmest Quarter – <i>Srednja temperatura najtoplijeg kvartala</i>	SOLR	Solar radiation index – <i>Indeks sunčevog zračenja</i>
BI011	Mean Temperature of Coldest Quarter – <i>Srednja temperatura najhladnijeg kvartala</i>	RI	Radiation index – <i>Indeks zračenja</i>
BI012	Annual Precipitation – <i>Godišnja količina oborina</i>	AFI	Aspect Favourability Index – <i>Indeks povoljnosti orijentacije</i>
BI013	Precipitation of Wettest Month – <i>Oborine najkišovitijeg mjeseca</i>		
BI014	Precipitation of Driest Month – <i>Oborine najsušeg mjeseca</i>		
BI015	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation) – <i>Sezonalnost oborina (koeficijent varijacije)</i>		
BI016	Precipitation of Wettest Quarter – <i>Oborine najkišovitijeg kvartala</i>		
BI017	Precipitation of Driest Quarter – <i>Oborine najsušeg kvartala</i>		
BI018	Precipitation of Warmest Quarter – <i>Oborine najtoplijeg kvartala</i>		
BI019	Precipitation of Coldest Quarter – <i>Oborine najhladnijeg kvartala</i>		

**Figure 2.** (a) ROC curve and AUC value of *C. monogyna*; (b) Plot of mean deficiency and estimated area of *C. monogyna* Duncan's test results for the number of roots in greenhouse media and phytohormonesSlika 2. (a) ROC krivulja i vrijednost AUC za *C. monogyna*; (b) Prikaz srednjeg nedostatka i procijenjene površine za *C. monogyna*

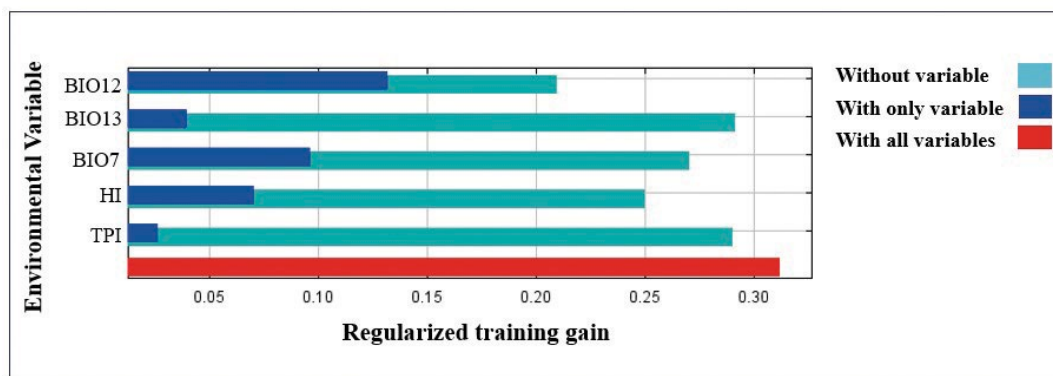


Figure 3. Jackknife test of the variables forming the model of *C. monogyna*

Slika 3. Jackknife test varijabli koje čine model *C. monogyna*

tribution areas of the species increase in the range of 135–155 mm. For the third variable, BIO7 (temperature annual range), which is effective in the distribution of the species, it was determined that the potential areas increased in the range of 28–31°C. It was observed that the BIO13 and BIO7 variables had a positive relationship up to a certain value and then a negative relationship. The fourth variable, the temperature index value, was negatively affected when it reached 1.0. In other words, there is a negative relationship with values greater than 1.0. When TPI, which is the last variable affecting the distribution of the species, is examined, it is seen that its distribution is at the level of -140 and -50 values. A negative relationship was observed between TPI and the variable. Other variables included in the modelling process are not included here since they do not contribute to the formation of the model. As a result of the modelling process, a potential distribution map of the tar-

get species was produced using environmental variables (Figure 5). When the obtained map is examined, it is seen that the most suitable areas are distributed throughout the area, especially in the northeastern, eastern and southeastern parts, except for the summit parts where the elevation increases in the Bozdaglar Mountains. After obtaining the potential distribution map according to today's climatic conditions, potential distribution maps were created in terms of four different climate scenarios according to the climatic conditions of 2081–2100 for the UKESM1-0-LL projection (Figure 6). In addition to these maps, the amounts of suitable and unsuitable areas for the species under both current and future climate change conditions were calculated and are shown in Figure 7. Accordingly, the suitable distribution area of the target species, which is 182.214 ha today, is predicted to decrease to 7.311 ha according to the worst-case scenario, SSP5 8.5. In parallel, it

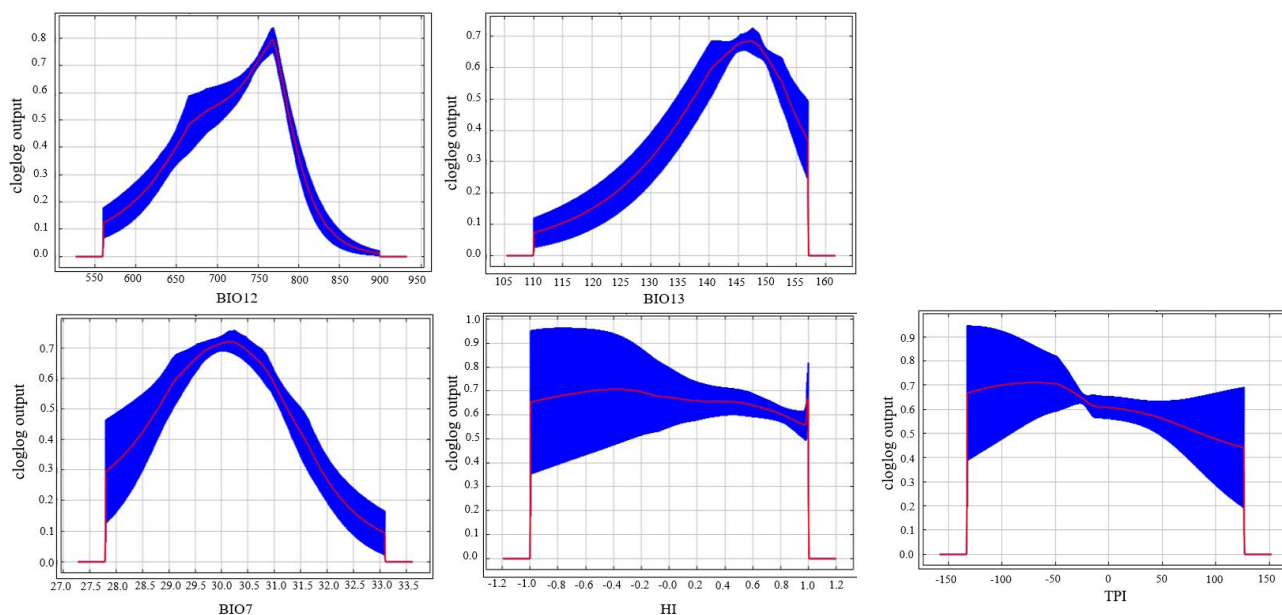


Figure 4. Marginal response curves of model variables of *C. monogyna*

Slika 4. Krivulje graničnog odgovora varijabli modela *C. monogyna*

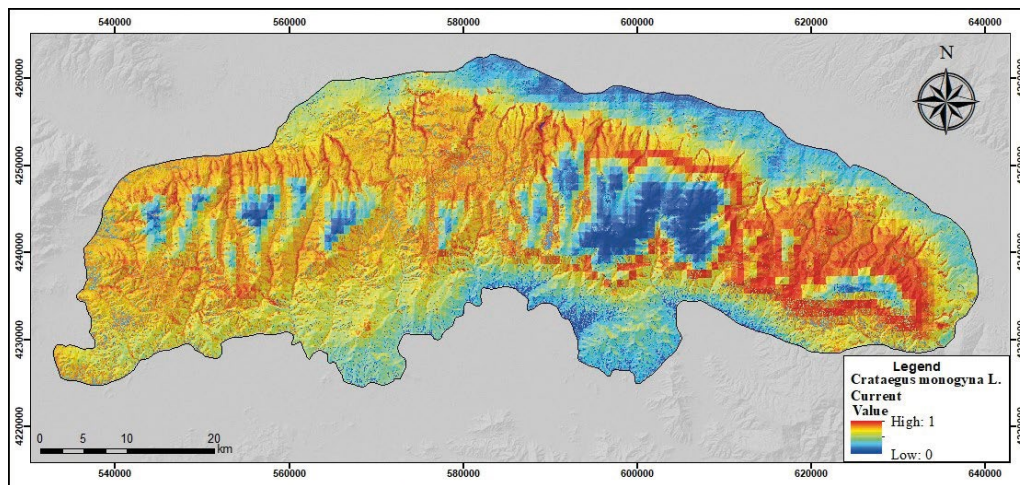


Figure 5. Potential distribution map of *C. monogyna* using MaxEnt method according to current climatic conditions
Slika 5. Karta potencijalne distribucije *C. monogyna* korištenjem MaxEnt metode prema trenutnim klimatskim uvjetima

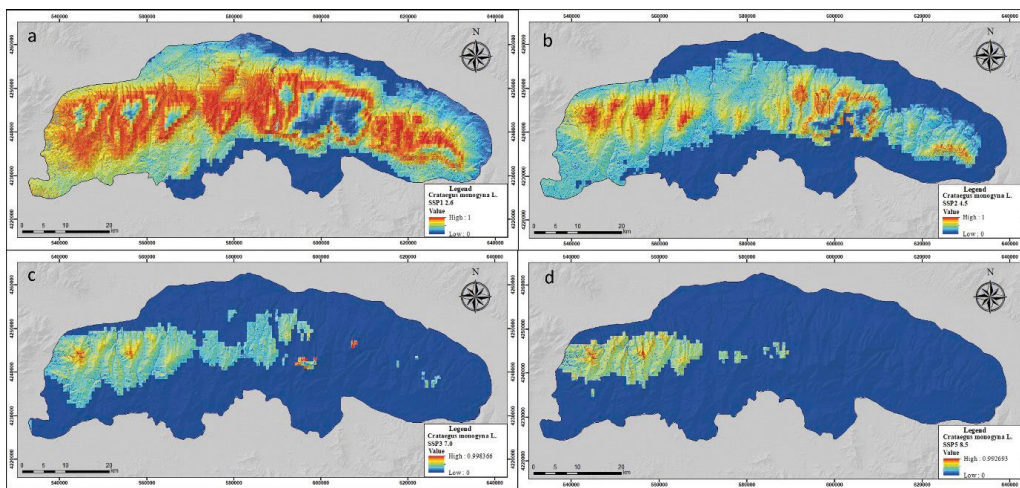


Figure 6. Potential distribution maps of *C. monogyna* using MaxEnt method according to future (2081–2100) climatic conditions (a: UKESM1-0-LL SSP1 2.6, b: UKESM1-0-LL SSP2 4.5, c: UKESM1-0-LL SSP3 7.0, d: UKESM1-0-LL SSP5 8.5)

Slika 6. Karte potencijalne distribucije *C. monogyna* korištenjem MaxEnt metode prema budućim (2081–2100) klimatskim uvjetima (a: UKESM1-0-LL SSP1 2.6, b: UKESM1-0-LL SSP2 4.5, c: UKESM1-0-LL SSP3 7.0, d: UKESM1-0-LL SSP5 8.5)

is estimated that the current 75,490 ha of unsuitable area will increase to 250,393 ha according to the SSP5 8.5 scenario (Figure 7).

DISCUSSION RASPRAVA

Climate change poses an increasing threat to the persistence of plant species within ecosystems. Analysis of the literature suggests that the distribution ranges of these species may shift or face extinction risks due to climate change. In this context, understanding how NWFP species—important for food, medicinal, and economic purposes—will be affected by climate change and how their distribution may shift is a critical research topic. Türkiye harbors significant NWFPs species, and their utilization is gradually expanding. Therefore, to ensure the sustainability of NWFPs species,

it is essential to conduct studies on their potential distribution modeling and mapping under both current climate conditions and climate change scenarios. However, in Türkiye, limited research has been conducted on the distribution modeling of NWFPs species under current climate conditions (Karataş et al., 2019; Çivğa, 2023) and climate change scenarios (IPCC; 2013; O'Neill vd., 2016; Carbon-brief, 2018; Akyol and Örucü, 2019; Akyol et al., 2020; Arslan et al., 2020; Akyol et al., 2023).

In this context, with this study, potential distribution modelling and mapping of the present and future (2100) status of *C. monogyna*, one of the important NWFPs species in Türkiye, was carried out. *Crataegus monogyna* is a medically important species whose leaves, flowers and fruits are used in the treatment of heart failure, as well as in helping to regulate low and high blood pressure, breaking down stored fats and cholesterol in the body (Altınterim, 2012;

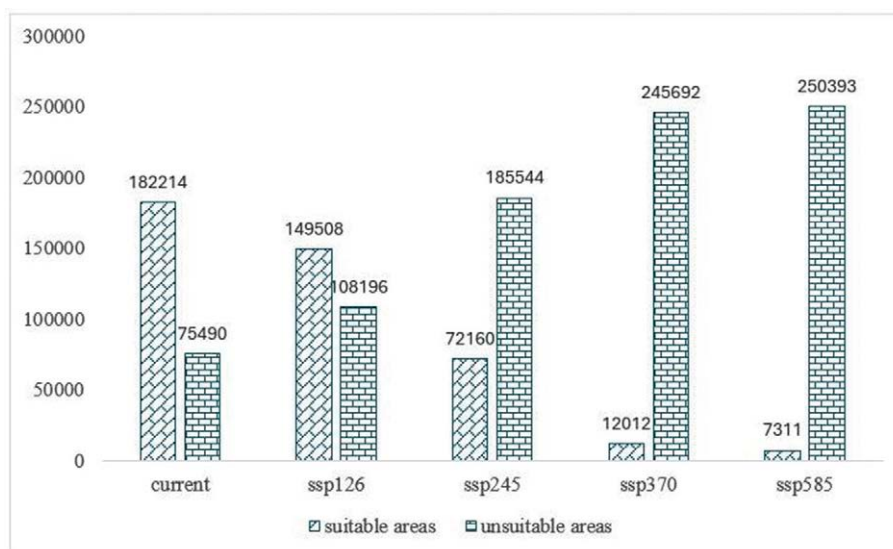


Figure 7. Potential suitable and unsuitable areas of *C. monogyna* according to present and future climate scenarios

Slika 7. Potencijalna prikladna i neprikladna područja za *C. monogyna* prema sadašnjem i budućem klimatskom scenariju

Yener and Ay Ak, 2021). In addition, *C. monogyna* is consumed by wild animals and contributes to plant and wild animal diversity (Ayberk, 2004; Ünal ve Arslan, 2019). Due to these functions, the demand for this species is high and it is subjected to anthropogenic pressure. For this reason, the sustainability of the species within its natural distribution areas should be ensured. Therefore, it is important to determine the environmental conditions affecting its distribution and reveal its status under future climatic conditions.

In our study, which aims to present the potential distribution of the target species, as a result of the modelling, the AUC value of the model was determined as 0.802 and was classified as 'good'. The key variables influencing the model were identified as BIO12, BIO7, HI, TPI, and BIO13, ranked by their contribution rates. Similar results were found in the study on the distribution of *C. azarolus* L. by Jafari et al. (2022) conducted in Iran. The researchers modelled the distribution of the target species with 7 climatic variables, 3 topographic variables, land use and soil variables using the MaxEnt method. It was determined that elevation, relative humidity and average annual rainfall variables were effective in the distribution of the species. Within the scope of this study, it is seen that BIO12, one of the variables forming the model obtained for *C. monogyna* species, is in common with the results of Jafari et al. (2022). A similar study was conducted by Radha and Khwarahm (2022) on the distribution of *C. azarolus* and *C. monogyna* species in Iraq. The researchers modelled the distribution of both hawthorn species using the MaxEnt method and found that annual mean temperature and annual precipitation variables were the factors affecting the distribution of both species. As one of the results of the present study, BIO12 is an important variable forming the model obtained for *C. monogyna* species, similar to the results of Radha and Khwarahm (2022).

In addition, they predicted the suitable habitat of both hawthorn species will narrow in the future compared to their current situations. As seen, their study supports our findings, showing similar outcomes across different regions.

In this study, when the potential distribution map of the target species according to the current climate conditions was analysed, the potential suitable areas were observed throughout the region, especially in the eastern part, except for the summit parts of the mountain. When the maps for future climatic conditions are analysed, the target species in the SSP1 2.6 scenario has experienced contractions in the northeastern and southern parts of the site and the potential suitable areas have been relatively displaced. In the SSP2 4.5 scenario, the distribution of the target species increases, and the suitable areas decrease. In the SSP3 7.0 and SSP5 8.5 scenarios, the suitable areas of the species narrow down and remain only in the western part of the site, while the species disappears in other places. In summary, in the potential distribution maps made according to different climate scenarios, it is predicted that the future distribution of the target species will decrease, and the majority of the potential suitable areas will disappear. These results are consistent with the results by Naghipour et al. (2021) and Radha and Khwarahm (2022). It was also predicted that the distribution of these hawthorn species would decrease significantly in the future.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

This study is considered as an important step in understanding the impact of climate change on *C. monogyna*.

Analyses conducted according to different climate scenarios provide information on how the target species will change in the future. This information is critical for understanding changes that may affect the basic structure and functioning of ecosystems. It will also contribute to efforts to conserve biodiversity while preparing future strategies and management plans. It is an important reference source for nature conservationists and policymakers aiming to develop strategies to adapt to and manage climate change. In addition, this study is among the first studies to fill the gaps in the literature in terms of the study area, the method used, and the parameters evaluated, and to be among the first studies conducted with current climate scenarios. In this respect, this study has a unique value. Finally, this study, which guides researchers who want to understand the effects of climate change on biodiversity and NWFPs, will also shed light on the conduct of similar studies in different regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALE

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) under the grant number 222O236. The authors would like to thank TUBITAK for their support.

REFERENCES

LITERATURA

- Acarer, A. 2024a. Role of Climate Change on Oriental Spruce (*Picea orientalis* L.): Modeling and Mapping. *BioResources*, 19(2), 3845-3856. <https://doi.org/10.15376/biores.19.2.3845-3856>
- Acarer, A. 2024b. Cinereous vulture (*Aegypius monachus*) become extinct in the forests of Turkey in the future?. *Şumarski list*, 148(7-8). <https://doi.org/10.31298/sl.148.7-8.5>
- Acarer, A. 2024c. A scenario-driven strategy for future habitat management of the Andean bear. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 8(4), 56-77.
- Abuashwashi, M. A., O. M. Palomino, M. P. Gómez-Serranillos, 2016. Geographic origin influences the phenolic composition and antioxidant potential of wild *Crataegus monogyna* from Spain. *Pharmaceutical Biology*, 54(11), 2708-2713. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1179769>
- Aertsen, W., Kint, V., J. Van Orshoven, K. Özkan, B. Muys, 2010. "Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests", *Ecological Modelling*, 221(8), 1119-1130. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.007>
- Akkemik, Ü. 2020. All Trees and Shrubs of Türkiye (1st ed.). Istanbul: Türkiye İş Bank Culture Publications.
- Akyol, A., Ö. K. Özücü, 2019. 'Evaluation of Cranberry (*Cornus mas* L.) Species within the Scope of Non-wood Forest Products According to Climate Change Scenarios and Species Distribution Model', *European Journal of Science and Technology*, Issue 17, 224-233. <https://doi.org/10.31590/ejosat.615019>
- Akyol, A., Ö. K. Özücü, E. S. Arslan, 2020. Habitat suitability mapping of stone pine (*Pinus pinea* L.) under the effects of climate change. *Biologia*, 75, 2175-2187. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00594-9>
- Akyol, A., Ö. K. Özücü, E. S. Arslan, A. G. Sarıkaya, 2023. Predicting of the current and future geographical distribution of *Laurus nobilis* L. under the effects of climate change. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(4), 459. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11086-z>
- Almeida, A. M., M. J. Martins, M. L. Campagnolo, P. Fernandez, T. Albuquerque, S. Gerassis,... & M. M. Ribeiro, 2022. Prediction scenarios of past, present, and future environmental suitability for the Mediterranean species *Arbutus unedo* L. *Scientific Reports*, 12(1), 84. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03996-0>
- Altinterim, B. 2012. 'Cardiovascular Effects of Hawthorn Plant (*Crataegus monogyna*)', *KSÜ Journal of Natural Sciences*, 15(3), 16-18.
- Arslan, E. S., A. Akyol, Ö. K. Özücü, A. G. Sarıkaya, 2020. Distribution of rose hip (*Rosa canina* L.) under current and future climate conditions. *Regional Environmental Change*, 20(3), 107. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01695-6>
- Atalay, I., R. Efe., 2015. Biogeography of Türkiye. Izmir: Meta Basım Matbaacılık.
- Ayberk, H. 2004. 'Winter Feeding in Wild Animals', *Journal of Istanbul University Faculty of Forestry*, 52-53 (2).
- Bahorun, T., E. Aumjaud, H. Ramphul, M. Rycha, A. Luximon-Ramma, F. Trotin, O. I. Aruoma, 2003. Phenolic constituents and antioxidant capacities of *Crataegus monogyna* (Hawthorn) callus extracts. *Food/Nahrung*, 47(3), 191-198. <https://doi.org/10.1002/food.200390045>
- Bahorun, T., F. Trotin, J. Pommery, J. Vasseur, M. Pinkas, 1994. Antioxidant activities of *Crataegus monogyna* extracts. *Planta medica*, 60(04), 323-328. <https://doi.org/10.1055/s-2006-959493>
- Barros, L., A. M. Carvalho, I. C. Ferreira, 2011. Comparing the composition and bioactivity of *Crataegus monogyna* flowers and fruits used in folk medicine. *Phytochemical analysis*, 22(2), 181-188. <https://doi.org/10.1002/pca.1267>
- Bayar, E., A. Deligöz, 2016. 'Effect of growing density on morphology and root growth potential of hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) seedlings', *Turkish Journal of Forestry*, 17(1), 7-11. <https://doi.org/10.18182/tjf.45691>
- Bekat, L., S. Oflas, 1990. 'Vegetation of Bozdag (Ödemiş)', X. National Biology Congress, 18-20 July, Erzurum, 257-270.
- Belabdelli, F., N. Bekhti, A. Piras, F. M. Benhafsa, M. Ilham, S. Adil, L. Anes, 2022. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activity of *Crataegus monogyna* leaves' extracts. *Natural Product Research*, 36(12), 3234-3239. <https://doi.org/10.1080/014786419.2021.1958215>
- Bernatoniene, J., R. Masteikova, D. Majienė, A. Savickas, E. Kėvelaitis, R. Bernatoniene,... & R. Pečiūra, 2008. Free radical-scavenging activities of *Crataegus monogyna* extracts. *Medicina*, 44(9), 706. <https://doi.org/10.3390/medicina44090091>
- Browicz, K. 1972. "*Crataegus*", Davis, P.H. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol: 4. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- Burrough, P. A., R. A. McDonnell, C. D. Lloyd, 2015. "Principles of Geographical Information Systems", USA, Oxford University Press.

- Carbonbrief (2018). CMIP6: the next generation of climate models explained. <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>. (Date of last access: 08.10.2024).
- Çıvğa, A. 2023. Sütçüler Kekliği (*Origanum minutiflorum*) Potansiyel Dağılım Modellemesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik, 10(19), 1-8.
- Çıvğa, A., Özdemir, S., Gülsoy, S. (2024). Prediction of potential geographic distribution of *Capparis spinosa*. *Biological Diversity and Conservation*, 17(3), 206-215. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2024.1384960>
- Eken, G., M. Bozdoğan, S. Isfendiyaroglu, D. Kilic, Y. Lise, 2006. Important Natural Areas of Turkey (Volume 1). Ankara, Nature Association.
- El Gendy, A. N. G., R. Fouad, E. A. Omer, I. E. Cock, 2023. Effects of Climate Change on Medicinal Plants and Their Active Constituents. In *Climate-Resilient Agriculture, Vol 1: Crop Responses and Agroecological Perspectives* (pp. 125-156). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37424-1_6
- Genç, M. 2007. 'Woody and Herbaceous Plants Cultivation', Isparta: Süleyman Demirel University Faculty of Forestry Publication.
- Gulsoy, S., Ö. Senturk, F. Karakaya, 2016. 'Potential Distribution Modelling of Haired Oak (*Quercus cerris* L.) Species in Kunduz Region (Vezirköprü) Forests', *Journal of Süleyman Demirel University Graduate School of Natural and Applied Sciences*, 20(2), 281-289. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.08097>
- Günel, N. 1987. 'Vegetation characteristics of the area between Gediz and Büyük Menderes', *Journal of Istanbul University Institute of Marine Sciences and Geography*, 3(4), 93-104.
- Hao, Y., P. Dong, L. Wang, X. Ke, X. Hao, G. He,... & F. Guo, 2024. Predicting the Potential Distribution of *Hypericum perforatum* under Climate Change Scenarios Using a Maximum Entropy Model. *Biology*, 13(6), 452. <https://doi.org/10.3390/biology13060452>
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, A. Jarvis, 2005. "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas", *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15), 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hosseini, N., M. Ghorbanpour, H. Mostafavi, 2024. Habitat potential modelling and the effect of climate change on the current and future distribution of three *Thymus* species in Iran using MaxEnt. *Scientific Reports*, 14(1), 3641. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53405-5>
- Hussein, A., S. Workeneh, 2021. "Modeling the impacts of climate changes on the distribution of aloe vera species in ethiopia", Research Square, 1-19. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-809404/v1>
- Jacek, S. 1997. "Landform characterization with geographic information systems", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63(2), 183-191.
- Jafari, A., M. Alipour, M. Abbasi, A. Soltani, 2022. "Distribution Modeling of Hawthorn (*Crataegus azarolus* L.) in Chaharmahal & Bakhtiari Province using the maximum entropy method", *Journal of Environmental Studies*, 45(2), 223-235.
- Jenness, J. 2006. "Topographic position index (tpi_jen. avx_extension for Arcview 3. x, v. 1.3 a", Jenness Enterprises.
- IPCC 2013. Climate change 2013: The Physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1535 pp.
- Karakaya, T., E. Yücel, 2021. "Potential distribution modelling and mapping of dog rose (*Rosa canina* L.) in the nur mountains of Gaziantep district, Turkey", *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(4), 2741-2760. https://doi.org/10.15666/aeer/1904_27412760
- Karataş, R., Ö. Şentürk, M. Arslan, D. Güner, M. G. Negiz, K. Özkan, 2019. 'Potential distribution of some non-wood forest products in Turkmen Mountain', *Journal of Forestry Research*, 6(1), 15-28. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.424010>
- Keser, S., S. Celik, S. Turkoglu, Ö. Yılmaz, I. Turkoglu, 2014. The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq.). *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 3(2), 51. <https://doi.org/10.5455/jice.20140120103320>
- Malkoç, E., 2017. Modelling of Change in Forest Areas within the Scope of Combating Climate Change, Bozdağlar Example, (PhD thesis), Ege University, Institute of Science and Technology, Department of Landscape Architecture, 150 pp, İzmir.
- Martinelli, F., A. Perrone, S. Yousefi, A. Papini, S. Castiglione, F. Guarino,... & S. A. Salami, 2021. Botanical, phytochemical, antimicrobial and pharmaceutical characteristics of hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.), Rosaceae. *Molecules*, 26(23), 7266. <https://doi.org/10.3390/molecules26237266>
- McCune, B., D. Keon, 2002. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science*, 13(4), 603-606. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02087.x>
- Meriçli, A. H., G. Melikoğlu, 2002. 'Research on *Crataegus* Species Growing in Turkey', *Acta Pharmaceutica Turcica*, 44 (3), 169-173.
- Mert, A., and Acarer, A. 2021. Usage rates of reed beds in Beyşehir lake of some wild mammals. *Feb Fresenius Environmental Bulletin*, 30, 845-852.
- General Directorate of Meteorology, 2015. "Turkey Climate Projections and Climate Change with New Scenarios". Research Department, Climatology Branch Directorate, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projesi-yon2015.pdf>. Date of last accessed: 01.01. 2024.
- Mitchell, A. 1999. "The ESRI guide to GIS analysis: geographic patterns & relationships (Vol. 1)", ESRI, Inc.
- Moisen, G. G., T. S. Frescino, 2002. "Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics", *Ecological Modelling*, 157(2-3), 209-225. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00197-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00197-7)
- Nabavi, S. F., S. Habtemariam, T. Ahmed, A. Sureda, M. Daglia, E. Sobarzo-Sánchez, S. M. Nabavi, 2015. Polyphenolic composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: from chemistry to medical applications. *Nutrients*, 7(9), 7708-7728. <https://doi.org/10.3390/nu7095361>
- Naghipour, A. A., S. T. Asl, M. R. Ashrafzadeh, M. Haidarian, 2021. "Predicting the potential distribution of *Crataegus azarolus* L. under climate change in central Zagros", *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 5(4), 28-43.
- Oflas, S., L. Bekat, 1988. Flora of Bozdağ (Ödemiş). IX National Biological Congress. 21-23 September, Sivas-Turkey, 363-367.

- OGM, 2018. General Directorate of Forestry Strategic Plan 2019-2023.
- O'Neill, B. C., Tebaldi, C., Van Vuuren, D., Eyring, V., Friedlingstein, P., Hurtt, G., Knutti, R., Kriegler, E., Lamarque, J.F., Lowe, J., Meehl, J., Moss, R., Riahi, K. & Sanderson, B.M. (2016). The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geosci. Model Dev. Discuss.* <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016>
- Özdemir, S., Özkan, K. 2016. Ecological properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) and balsamic sage (*Salvia tomentosa* Miller) in the Ovacik mountain district of the Mediterranean region, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 264-277. <https://doi.org/10.17099/jffiu.39407>
- Özdemir, S., S. Gülsoy, A., Mert, 2020. Predicting the Effect of Climate Change on the Potential Distribution of Crimean Juniper, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20(2), 133-142. <https://doi.org/10.17475/kastorman.801847>
- Özdemir, S., 2022. Modelling the Distribution of Primary Forest Tree Species according to Climate Change in the Western Mediterranean. (PhD thesis), Isparta University of Applied Sciences, Institute of Graduate Studies, Department of Forest Engineering, 149 pp, Isparta.
- Özderin, S. 2014. Botanical and Chemical Properties of Some Hawthorn (*Crataegus* L. ssp.) Taxa with Natural Distribution in Western Anatolia, (PhD thesis), Süleyman Demirel University, Institute of Science and Technology, Department of Forest Engineering, 157 pp, Isparta.
- Özderin, S., H. Fakir, İ. E. Dönmez, 2015. 'Determination of the Volatile Compounds of Hawthorn (*Crataegus orientalis* Pall. Ex M.Bieb.) Taxa Distributed Naturally in Muğla-Fethiye Region', *Journal of SDÜ Institute of Science and Technology*, 19(1), 120-123.
- Özhatay, N., A. Byfield, S. Atay, 2008. Turkey's 122 Important Plant Areas: WWF Turkey (World Wildlife Fund (2nd Edition). Istanbul: WWF Turkey (World Wildlife Fund).
- Özyürek, M., M. Bener, K. Güçlü, A. A. Dönmez, S. Süzgeç-Selçuk, S. Pırıldar, ... & R. Apak, 2012. Evaluation of Antioxidant Activity of *Crataegus* Species Collected from Different Regions of Turkey. *Records of Natural Products*, 6(3).
- Parker, K. C. 1988. "Environmental relationships and vegetation associates of columnar cacti in the northern Sonoran Desert", *Vegetatio*, 78, 125-140. <https://doi.org/10.1007/BF00033422>
- Pauli, H., M. Gottfried, S. Dullinger, O. Abdaladze, M. Akhalkatsi, J. L. B. Alonso, ... & G. Grabherr, 2012. "Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits", *Science*, 336(6079), 353-355. <https://doi.org/10.1126/science.1219033>
- Pauli, H., M. Gottfried, K. Reiter, C. Klettner, & G. Grabherr, 2007. "Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA* master site Schrankogel, Tyrol, Austria", *Global change biology*, 13(1), 147-156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x>
- PFAF, 2023. "*Crataegus monogyna*- Jacq. Plants For a Future", <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Crataegus+monogyna>. Access: 08.08.2023.
- Phillips, S. J., 2005. "A brief tutorial on Maxent," *AT&T Research* 190(4), 231-259.
- Phillips, S. J., M. Dudík, J. Elith, C. H. Graham, A. Lehmann, J. Leathwick, S. Ferrier, 2009. "Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data", *Ecological applications*, 19(1), 181-197. <https://doi.org/10.1890/07-2153.1>
- Phillips, S. J., M. Dudík, R. E. Schapire, 2004. "A maximum entropy approach to species distribution modeling", In *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning*. <https://doi.org/10.1145/1015330.1015412>
- Radha, K. O., N. R. Khwarahm, 2022. "An integrated approach to map the impact of climate change on the distributions of *Crataegus azarolus* and *Crataegus monogyna* in Kurdistan Region", *Iraq. Sustainability*, 14(21), 14621. <https://doi.org/10.3390/su142114621>
- Riley, S. J., S. D. DeGloria, & R. Elliot, 1999. Index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences*, 5(1-4), 23-27.
- Ruiz-Rodriguez, B. M., B. De Ancos, C. Sánchez-Moreno, V. Fernández-Ruiz, M. de Cortes Sánchez-Mata, M. Cámara, J. Tardío, 2014. Wild blackthorn (*Prunus spinosa* L.) and hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) fruits as valuable sources of antioxidants. *Fruits*, 69(1), 61-73. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013102>
- Sellar, A. A., C. G. Jones, J. P. Mulcahy, Y. Tang, A. Yool, A. Wiltshire, ... & M. Zerroukat, 2019. UKESM1: Description and evaluation of the UK Earth System Model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 11(12), 4513-4558.
- Süel, H., 2014. Habitat Suitability Modelling in Isparta-Sütçüler Region. (PhD thesis), Süleyman Demirel University, Institute of Science and Technology, Department of Forest Engineering, 165 pp, Isparta.
- Swets, J. A. 1988. "Measuring the accuracy of diagnostic systems", *Science*, 240, 1285-1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615>
- Tahirović, A., N. Bašić, 2014. Phenolic content and antioxidant activity of *Crataegus monogyna* L. fruit extracts. *Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 44(2), 29-40. <https://doi.org/10.54652/rsf.2014.v44.i2.99>
- Tekeş, A., Cürebal, İ. 2017. Land Capability Classification According To The Atalay Method: Manisa Şehzadeler District. *International Congress on the 75th Anniversary Of Turkish Geographical Society*, 8-10 November 2017, 445-464.
- Tekeş, A., Cürebal, İ. 2019. Analysis of relationship between land use and elevation & slope properties in Şehzadeler (Manisa - Turkey) district. *Turkish Studies-Social Sciences*, 14(4), 1787-1806. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.23337>
- Tekeş, A. 2024. Modeling and mapping the current and future distribution of plant species diversity in the Bozdağlar District of the Aegean region. (PhD thesis), Isparta University of Applied Sciences, Institute of Graduate Studies, Department of Forest Engineering, 164 pp, Isparta.
- Tekin, S., Yalçınkaya, B., Acarer, A., and Mert, A. 2018. A research on usage possibilities of satellite data in wildlife: Modeling habitat suitability of Roe deer (*Capreolus capreolus* L.) with MaxEnt. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), 147-156. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.399017>
- Thuiller, W., M. B. Araujo, S. Lavorel, 2003. "Generalized models vs. classification tree analysis: predicting spatial distributions of plant species at different scales", *Journal of Vegetation Science*, 14(5), 669-680. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02199.x>
- Ulus, A., D. Yener, S. Bayraktar, 2016. '*Crataegus* L. Taxa in the Flora of Turkey and Possibilities of Use in Landscaping', VI. Or-

- namental Plants Congress, Book of Abstracts, 19–22 April 2016, Antalya.
- Ünal, Y., D. Arslan, 2019. 'The Importance of Wild Plant Species in the Diet of Wild Animals', MAS 10th International European Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, December 14–15, İzmir.
 - Vatansever, H. 2016., Determination of Some Properties of Marmalade and Jams Produced from Hawthorn (*Crataegus tanacetifolia*, *Crataegus monogyna*) Fruit Varieties, (Master's thesis), Afyon Kocatepe University Institute of Science and Technology.
 - Wisz, M. S., R. J. Hijmans, J. Li, A. T. Peterson, C. H. Graham, A. Guisan, NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. 2008. "Effects of sample size on the performance of species distribution models". *Diversity and distributions*, 14(5), 763–773. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00482.x>
 - Yener, D., B. R. Ay Ak, 2021. 'Possibilities of Use of Some Plants with Ethnobotanical Uses in Landscape Arrangements of Eastern Anatolia Region', *Eurasian Journal of Forest Science*, 9(3), 92–106. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.970506>
 - Yılmaz, K. U., M. Yanar, S. Ercisli, H. Sahiner, T. Taskin, Y. Zengin, 2010. Genetic relationships among some hawthorn (*Crataegus* spp.) species and genotypes. *Biochemical genetics*, 48, 873–878. <https://doi.org/10.1007/s10528-010-9368-6>
 - Zenbilci, M., Özdemir, S., Çıvğa, A., Ünal, Y., Oğurlu, İ. 2024. Habitat suitability modeling of wild goat (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777) in different periods. *Šumarski list*, 148(5–6), 273–284. <https://doi.org/10.31298/sl.148.5-6.5>

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti sadašnji i budući potencijalni status vrste *Crataegus monogyna* Jacq., vrste važne za dobivanje nedrvenih šumskih proizvoda, u planinama Bozdağlar u egejskoj regiji Turske. MaxEnt metoda korištena je za modeliranje potencijalne distribucije i mapiranje ciljnih vrsta. Klimatski podaci dobiveni su iz baze podataka WorldClim. Podaci o budućim klimatskim uvjetima preuzeti su iz projekcije UKESM1-0-LL za razdoblje 2081.–2100. Kao rezultat procesa modeliranja, vrijednost AUC skupa podataka za treniranje iznosi 0,802, a vrijednost AUC testnog skupa podataka 0,609. Varijable koje oblikuju model su BIO12 (godišnja oborina), BIO7 (godišnji raspon temperature (BIO5–BIO6)), HI (indeks topline), TPI (indeks topografskog položaja) i BIO13 (oborine najkišovitijeg mjeseca). Procijenili smo da će se pogodno područje rasprostranjenosti ciljane vrste, koje trenutno iznosi 182.214 ha, prema najgorem scenariju SSP5 8.5 smanjiti za 7.311 ha, dok će se neprikladna površina, koja trenutno iznosi 75.490 ha, povećati za 250.393 ha. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pomoći će u razvoju strategija očuvanja i planova upravljanja specifičnih za navedeno područje važnih za šumarsku struku.

KLJUČNE RIJEČI: *Crataegus monogyna*, nedrvni šumski proizvodi, klimatske promjene, klimatski scenariji, MaxEnt, Turska

EVALUATION OF ROOTING RESPONSES IN *Lagerstroemia indica* L. CUTTINGS UNDER DIFFERENT GREENHOUSE SETTINGS, ROOTING MEDIA, AND PHYTOHORMONAL APPLICATIONS

PROCJENA UKORJENJIVANJA REZNICA *Lagerstroemia indica* L. U RAZLIČITIM UVJETIMA STAKLENIKA, MEDIJIMA ZA UKORJENJIVANJE I PRIMJENAMA FITOHORMONA

Ali BAYRAKTAR¹, Deniz GÜNEY¹, Fahrettin ATAR¹, İbrahim TURNA¹

SUMMARY

Lagerstroemia indica L. is a favored ornamental plant in landscaping projects and its various vegetative parts are widely used in medicine. This study aimed to propagate the species using hardwood cuttings due to its desired traits. For this purpose, three different greenhouse media were set up, each containing perlite and peat rooting media. In each medium, in addition to the control, cuttings treated with 1000 ppm and 5000 ppm doses of indole-3-butyric acid (IBA) and α -naphthaleneacetic acid (NAA), which are auxin group phytohormones, were used. The study's findings revealed that GM-2 (air temperature: $20\pm 2^\circ\text{C}$; rooting table temperature: $25\pm 2^\circ\text{C}$) and GM-3 (nylon tunnel greenhouse) had greater rooting percentages and root lengths than GM-1 (air and rooting table temperatures: $20\pm 2^\circ\text{C}$), which had the highest number of roots. In all three greenhouse conditions, perlite rooting medium had a definite advantage in terms of rooting percentage; nevertheless, peat rooting medium mostly produced greater results with regard to both root length and the number of roots. As a result of the study, the highest rooting percentages were recorded in perlite rooting media, with 90.00% in the NAA 1000 ppm treatment in GM-2 and NAA 5000 ppm treatment in GM-3. Based on these findings, to achieve a high rooting success rate, it can be recommended to use cuttings treated with NAA 1000 ppm in perlite rooting medium in a greenhouse medium where the rooting table temperature is set 5°C higher than the air temperature.

KEY WORDS: Crape myrtle, landscape, vegetative propagation, auxin, rooting percentage

¹ Ali Bayraktar, Deniz Güney, Fahrettin Atar, İbrahim Turna, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

*Corresponding author: Ali Bayraktar, e-mail: alibayraktar@ktu.edu.tr

INTRODUCTION

UVOD

Crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.), a member of the Lythraceae family native to Asia and widely cultivated in tropical regions, is a deciduous shrub or tree, and is highly valued for its ornamental qualities (Williams et al., 2000; Wei & Liu, 2022; Chang et al., 2023). The species is planted as a decorative plant in Türkiye, particularly along roadsides and in parks and gardens in temperate climates (Anşın & Terzioğlu, 1998; Mamıkoğlu, 2015; Koçan & Cengiz-Gökçe, 2021). In addition to being used as an ornamental plant, its roots, bark, leaves and flowers are also used in folkloric medicine, and it has anti-inflammatory, antioxidant, analgesic, anticancer, antimicrobial, antipyretic, anti-Alzheimer's, antidiabetic, hepatoprotective and antithrombin effects (Yang et al., 2011; Ajaib et al., 2016; Al-Snafi, 2019; Behera & Awasthi, 2021). Based on this, it is critical to examine the propagation techniques of crape myrtle since the species is used in landscaping and has potential health advantages.

Rapid production of plants and obtaining individuals with the same genetic structure as the stock plant is possible with the vegetative propagation method (Hartmann et al., 2002; Tchoundjeu et al., 2004), and this method is considered an indispensable tool for the mass propagation of superior trees (Leakey et al., 1994; Poupard et al., 1994; Swamy et al., 2000). Propagation with stem cuttings, as a vegetative propagation method, stands out as the most commonly used method in the production of herbaceous and woody plant species in many parts of the world (Platt & Opitz, 1973; Debnath et al., 1986; Singh et al., 2013). Some internal and external factors affect the rooting ability of ornamental plants when propagated by cuttings. While internal factors include nutrient content stored in the cutting, type of cutting, age of the stock plant, formation of callus and adventitious roots, presence of leaves or buds on the cuttings, etc., external factors include various factors such as phytohormone application, rooting medium, light, and bottom heat application (Hartmann et al., 2002; Sevik & Güney, 2013; Gehlot et al., 2014; Kaushik & Shukla, 2020; Yıldırım et al., 2020; Güney et al., 2021a; Bayraktar et al., 2022).

Plants can be propagated through stem cuttings taken at various seasons from spring to autumn, and even in winter (Pijut & Moore, 2002; Güney et al., 2023). Although it varies by species, one important factor affecting rooting success is the classification of stem cuttings into softwood, semi-hardwood, and hardwood types based on the time of collection and the degree of lignification (Hartmann et al., 2002; Yahyaoğlu & Güney, 2013; Turna, 2017).

Phytohormones, another important factor, synthesized in plant tissues to regulate and promote plant growth such as root formation and shoot development (Dunsin et al., 2016;

Monteuuis, 2016), are classified primarily as auxins, gibberellins, cytokinins, abscisic acid, and ethylene (Iqbal et al., 2014). In the method of propagation by stem cuttings, the use of phytohormones is necessary to accelerate or enhance the rooting and growth of the cuttings (Arif et al., 2022). Auxins are phytohormones that have a positive effect on root formation and the quality of stem cuttings (Blythe et al., 2007). Phytohormones such as indole-3-acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA), and α -naphthaleneacetic acid (NAA), which belong to auxins, are used to regulate the rooting ability of stem cuttings. This has been proven by various studies (Tchoundjeu et al., 2002; Gateablé & Pastor, 2006; Husen & Pal, 2007; Sudomo et al., 2013; Bayraktar et al., 2018a; Güney et al., 2023). The concentration of rooting hormone in stem cutting propagation varies according to species, cutting type, season, growth conditions, and cost-effectiveness of hormone components. Selecting the optimal concentration of the rooting hormone is crucial for successful plant production (Kaushik & Shukla, 2020).

The rooting medium, which plays a role in the rooting and vegetative growth of cuttings, directly influences the rooting percentage and root quality (Farooq et al., 2018). A good rooting medium retains water for the plant's use, provides space for aeration and gas exchange, and offers support to the plants (Kumar et al., 2019). Rooting media such as perlite and peat are widely used in plant propagation, and choosing the most suitable medium is important for successful plant production (Popescu & Popescu, 2015; Jaleta & Sulaiman, 2019). In addition, bottom heating application also positively affects rooting success (Grolli et al., 2005; Güney et al., 2021b).

Although some studies have investigated the effects of different factors on the rooting of crape myrtle cuttings (Bandana & Shamet, 2011; Yılmaz & Yıldız, 2020; Temim et al., 2021), a study that evaluates multiple variables together is needed to determine the most suitable propagation conditions. This study's goal was to discover the ideal rooting conditions by evaluating the influence of various greenhouse settings, rooting media, and phytohormones on rooting in crape myrtle propagation via hardwood cutting.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

The current study was conducted in the Research and Application Greenhouse of the Faculty of Forestry of Karadeniz Technical University (KTU) in Trabzon, Türkiye. Cutting materials were taken on March 15 from the last annual shoots of a 20-year-old stock plant of crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.) located in KTU Kanuni Campus. In addition, the materials were obtained from a single stock



Figure 1. General appearance of the stock plant within the growth period and the planted hardwood cuttings in perlite and peat rooting media (from left to right, respectively)

Slika 1. Opći izgled matične biljke tijekom razdoblja rasta i posadene drvenaste reznice u perlitnom i tresetnom supstratu za ukorjenjivanje (s lijeva na desno, redom)

plant in order to prevent genetic variation. The general view of the stock plant is given in Figure 1.

To avoid water loss, hardwood cuttings measuring 10-12 cm in length were planted in the rooting media (RM) on the same day. Plantings were made in perlite and peat rooting media in three different greenhouse media, including two sections of the Research and Application Greenhouse, where environmental conditions such as temperature and humidity can be adjusted by the automation system, and a nylon tunnel greenhouse. Based on this, the general features of the three different greenhouse media designed in the study are as follows.

- (i) Greenhouse Medium-1 (GM-1): Temperatures of air and rooting table are $20 \pm 2^\circ\text{C}$.
- (ii) Greenhouse Medium-2 (GM-2): Temperatures of air and rooting table are $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and $25 \pm 2^\circ\text{C}$, respectively.
- (iii) Greenhouse Medium-3 (GM-3): Nylon tunnel greenhouse, where air and rooting table temperature regulation is not set and is affected by daily weather.

Temperatures in the GM-3 were obtained by measurements made three times a day throughout the study period. The monthly average temperatures from March to August, when the study was conducted, were determined as 18, 22, 29, 33, 35 and 37°C , respectively. While fogging and misting

systems were used in GM-1 and GM-2, irrigation was carried out with the help of pitchers as a result of continuous controls in the GM-3.

For the study, 1000 ppm and 5000 ppm doses of indole-3-butyric acid (IBA) and α -naphthalene acetic acid (NAA), which are among the auxin group phytohormones (PH), were prepared in powder form in order to stimulate the rooting of the cuttings, and just before planting, the cuttings were dipped in these hormones. The study, which involved planting 900 cuttings, was set up in three repetitions using the randomised complete block design. In detail, a total of 720 cuttings including 1 species $\times$ 3 greenhouse media $\times$ 2 rooting media $\times$ 2 phytohormones $\times$ 2 doses $\times$ 10 cuttings $\times$ 3 repetitions and a total of 180 cuttings including 1 species $\times$ 3 greenhouse media $\times$ 2 rooting media $\times$ 10 cuttings $\times$ 3 repetitions were used in the study. In summary, cuttings treated with IBA 1000 ppm, IBA 5000 ppm, NAA 1000 ppm and NAA 5000 ppm in addition to the control cuttings and planted in perlite and peat rooting media in GM-1, GM-2 and GM-3 constituted the treatments of the study.

As a result of weekly checks within the scope of the study, the first root formation date was noted. The cuttings that completed the rooting process, identified by the transition of primary root color from white to brown, were removed

from the rooting medium without damaging the roots. In addition, rooting percentage (RP), root length (RL) and root number (RN) were determined. The ratio of the number of rooted cuttings to the number of planted cuttings multiplied by one hundred expresses the rooting percentage. Meanwhile, the length of the longest main root represents the root length, and the total number of main roots represents the root number. The data obtained as a result of the study were subjected to univariate analysis of variance and Duncan's multiple range test using the IBM SPSS Statistics 27 program. Using analysis of variance, the statistical significance of greenhouse media, rooting media, phytohormones and the interactions of these factors in terms of rooting percentage, root length and root number parameters were tested. In cases where significant differences were detected, the groups occurring between greenhouse media or phytohormones were determined by Duncan's test. While conducting Duncan's test for greenhouse media, the results of all phytohormones in all rooting media in the relevant greenhouse medium were evaluated together. In contrast, when performing Duncan's test for phytohormones, the results of all rooting media in all greenhouse media for the relevant phytohormone were assessed collectively.

RESULTS REZULTATI

The formation of callus, which is the proliferated mass of undifferentiated plant cells, did not occur in any treatment within the scope of this study on propagation by cuttings of crape myrtle. The first root formation was observed in the perlite rooting medium in GM-2 after 28 days in IBA 1000 ppm and IBA 5000 ppm treatments. In addition, the entire rooting process of the planted cuttings took approximately five months, and at the end of 149 days, the cuttings were removed from the rooting medium. Table 1 presents the findings of the variance analysis for greenhouse media, rooting media, phytohormones, and the interactions between greenhouse media, rooting media and phytohormones with respect to RP, RL, and RN.

Table 1. The findings of variance analysis for RP, RL and RN
Tablica 1. Rezultati analize varijance za PU, DK i BK

	RP (PU)		RL (DK)		RN (BK)	
	F	p	F	p	F	p
GM (SM)	321.913	<0.001**	20.954	<0.001**	3.644	0.027*
RM (UM)	9713.507	<0.001**	16.023	<0.001**	12.629	<0.001**
PH (FH)	92.681	<0.001**	0.329	0.858	2.849	0.024*
GM × RM	16.966	<0.001**	3.727	0.025*	10.348	<0.001**
GM × PH	201.861	<0.001**	1.651	0.109	1.901	0.059
RM × PH	96.235	<0.001**	0.651	0.626	0.806	0.522
GM × RM × PH	97.518	<0.001**	0.617	0.763	1.669	0.105

The analysis of variance results revealed statistically significant differences at the 99% confidence level in the rooting percentage among greenhouse media, rooting media, and phytohormones, along with their interactions. Specifically, there were significant differences among greenhouse media and rooting media regarding root length at the 99% confidence level, but no difference was found among phytohormones. Additionally, significant differences were observed only in the interaction between greenhouse media and rooting media at the 95% confidence level. Regarding the number of roots, statistically significant differences were identified at the 95% confidence level among greenhouse media and phytohormones, while significant differences were found at the 99% confidence level among rooting media and the interaction between greenhouse media and rooting media. The average rooting percentages obtained in crape myrtle hardwood cuttings are given in the graph in Figure 2.

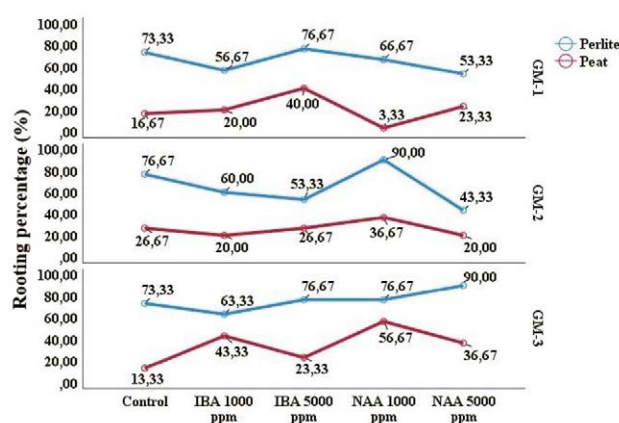


Figure 2. The average rooting percentages depending on the treatments
Slika 2. Prosječni postotci ukorjenjivanja ovisno o tretmanima

The graph revealed that the perlite rooting media resulted with greater rooting success in all greenhouse settings. The perlite rooting medium of GM-2 and GM-3 yielded the greatest rooting percentage of 90.00%. This value was observed in GM-2 with the NAA 1000 ppm treatment, while

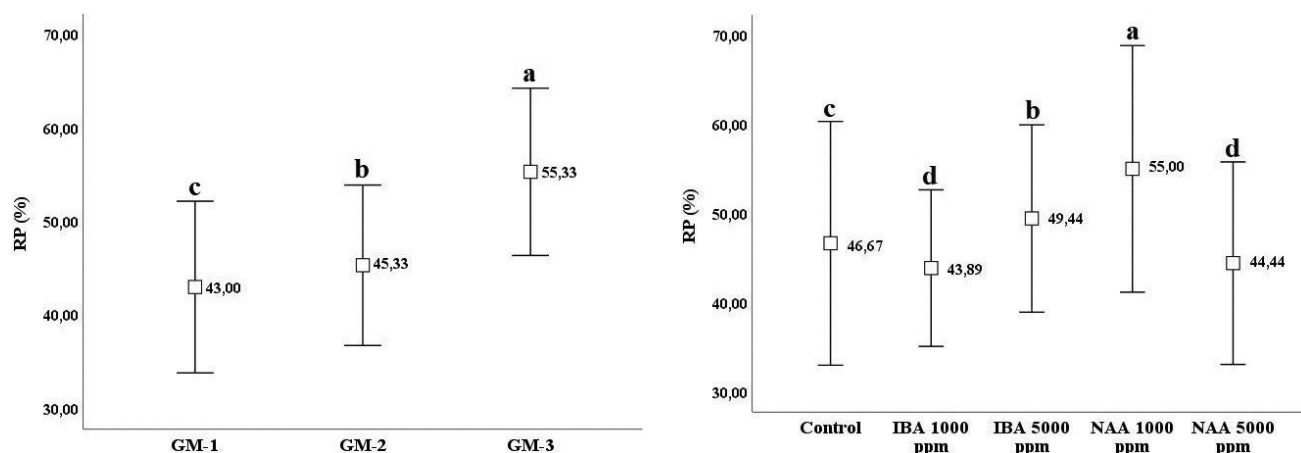


Figure 3. Duncan's test results on rooting percentage in terms of greenhouse media and phytohormones

Slika 3. Rezultati Duncanovog testa za postotak ukorjenjivanja u odnosu na stakleničke medije i fitohormone

in GM-3 it was noted with the NAA 5000 ppm treatment. Conversely, the study's lowest rooting percentage was found as 3.33% in the NAA 1000 ppm treatment within the peat rooting medium in GM-1. The graph below displays the findings of Duncan's test, which was carried out as a result of the differences in the variance analysis of rooting percentages in respect to greenhouse media and phytohormones (Figure 3).

Considering the results of Duncan's test, three distinct groups emerged among greenhouse media in terms of rooting percentage, with each greenhouse medium placed in a separate group. Accordingly, GM-3 formed the first group, while GM-1 constituted the last group. On the other hand, four different groups were established among phytohormone applications regarding rooting percentage. The NAA 1000 ppm treatment, which yielded the highest value, formed the first group; the IBA 5000 ppm treatment formed the second group; the control cuttings formed the third group; and the IBA 1000 ppm and NAA 5000 ppm treatments together formed the fourth group. The average root

length values obtained from cuttings are visualized in Figure 4 below.

In terms of root lengths obtained from the hardwood cuttings, longer root lengths were observed in peat rooting medium in all treatments except for IBA 1000 ppm in GM-1, in all treatments in GM-2, and in NAA 1000 ppm and NAA 5000 ppm treatments in GM-3. The longest root length of 26.58 cm was found in the IBA 1000 ppm treatment in GM-2, while the shortest root length of 9.01 cm was recorded in the NAA 1000 ppm treatment in GM-1. Furthermore, it was determined that GM-2 had the highest values in both perlite (except for the control in GM-1) and peat rooting media compared to the results from the other two greenhouse media. This situation was also reflected in the results of Duncan's test regarding root length (Figure 5).

Two different groups were found among the greenhouse media in terms of root length. As a result, GM-2 alone comprised the first group, and GM-1 and GM-3 together made up the second group. The average root number values obtained for all treatments are presented graphically in Figure 6.

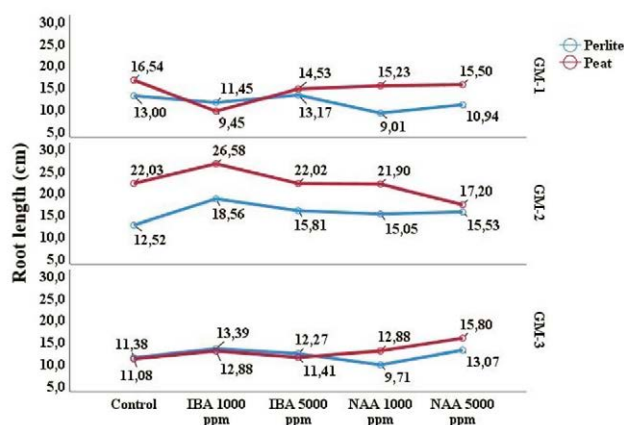


Figure 4. The average root lengths depending on the treatments

Slika 4. Prosječne duljine korijena ovisno o tretmanima

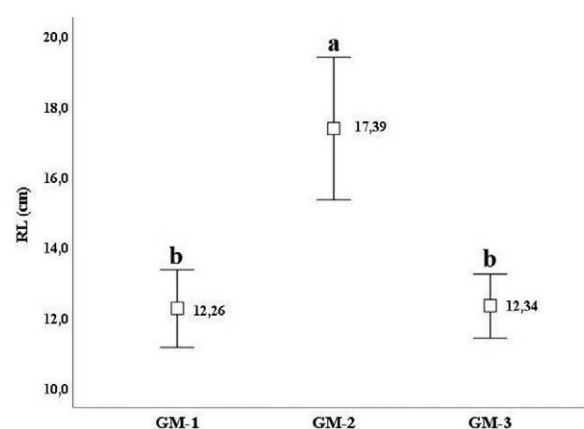


Figure 5. Duncan's test results for root length in greenhouse media

Slika 5. Rezultati Duncanovog testa za duljinu korijena u stakleničkim medijima

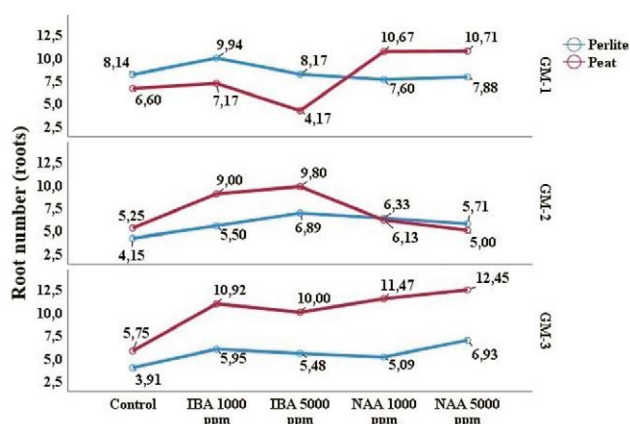


Figure 6. The average root numbers depending on the treatments
Slika 6. Prosječni broj korijena ovisno o tretmanima

In contrast to the situation observed for root lengths among the greenhouse media, GM-2 had the lowest average root number value. The highest root number was determined to be 12.45 roots in the NAA 5000 ppm treatment in the peat rooting medium of GM-3. However, despite GM-2 having the weakest average among the greenhouse media, the lowest root number was found to be 3.91 roots in the control cuttings in the perlite rooting medium of GM-3. The results of Duncan's test regarding the number of roots for the greenhouse media and phytohormones are presented in Figure 7.

Upon examining Figure 7, two distinct groups emerged among the greenhouse media in terms of the number of roots, while three different groups were formed among the phytohormones. GM-1 and GM-3 together constituted the first group, while GM-2 formed the second group on its own. The first group consisted of the IBA 1000 ppm, NAA 1000 ppm, and NAA 5000 ppm treatments; the second group was made up of the IBA 5000 ppm treatment; and

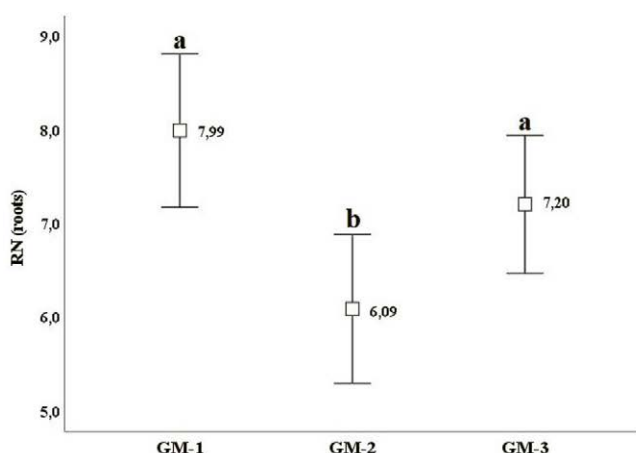


Figure 8. Rooting status of crape myrtle cuttings (Left: IBA 1000 ppm in GM-2; Right: NAA 5000 ppm in GM-3)
Slika 8. Status ukorjenjivanja reznica krep mirte (Lijevo: IMK 1000 ppm u SM-2; Desno: NAK 5000 ppm u SM-3)

the third group had the control cuttings. The images related to the sample rooting status of the hardwood cuttings are presented in Figure 8.

DISCUSSION RASPRAVA

In the present study aimed at rooting the crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.) using cutting propagation as one of the vegetative methods, high success rates were achieved with the hardwood cuttings planted after applying specific treatments.

According to the study results, it was determined that GM-2 (air temperature: $20 \pm 2^\circ\text{C}$; rooting table temperature: $25 \pm 2^\circ\text{C}$) and GM-3 (nylon tunnel greenhouse) provided more favorable conditions for higher rooting percentage

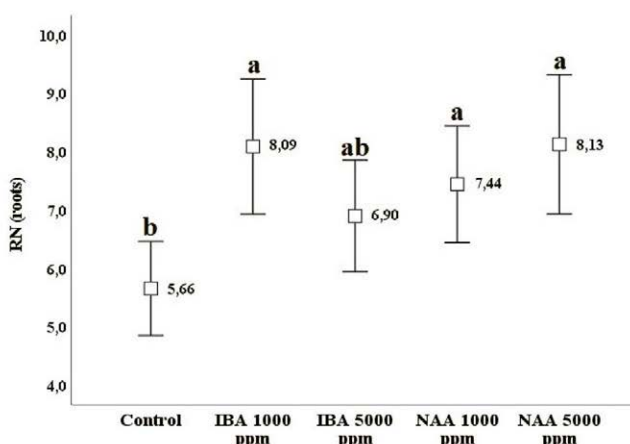


Figure 7. Duncan's test results for the number of roots in greenhouse media and phytohormones

Slika 7. Rezultati Duncanovog testa za broj korijena u stakleničkim medijima i fitohormonima

and root length among the three different greenhouse media evaluated. However, GM-1 (air and rooting table temperatures: $20\pm 2^{\circ}\text{C}$) was the medium in which the highest average number of roots was obtained among the greenhouse environments. Furthermore, it is clear from the combined findings of the three greenhouse conditions that perlite rooting medium, which has a higher aeration capacity, is unquestionably more advantageous in terms of rooting percentage when comparing the two rooting media used. However, in terms of root length and the number of roots, peat rooting medium has demonstrated higher or competitive results compared to perlite rooting medium. The reason for this may be that the high aeration and water retention capacity of the perlite rooting medium may have provided a suitable environment for the rooting of cuttings. In a study conducted by Kreen et al. (2002), while stem cuttings had a higher rooting percentage in perlite rooting medium, it was much lower in peat-perlite mixed medium. Various studies have found that raising the temperature of the rooting media by around 5°C above the air temperature improves rooting success (Bayraktar et al., 2018b; Kaya-Şahin et al., 2019; Güney et al., 2021a). The phytohormone α -naphthalene acetic acid (NAA) produced the highest or comparable results in rooting percentage, root length, and the number of roots across various greenhouse and rooting media settings. There are numerous studies stating that exogenous auxin applications positively affect rooting and root morphology in cutting propagation (Copes & Mandel, 2000; Blythe et al., 2007; Pulatkan et al., 2018; Güney et al., 2023; Porras-García et al., 2023).

At the end of the study, approximately five months of rooting processes were completed and the highest rooting percentage values were obtained in perlite rooting media as 90.00% in the NAA 1000 ppm treatment in GM-2 and the NAA 5000 ppm treatment in GM-3. While the greatest root length of 26.58 cm was found in the IBA 1000 ppm treatment in the peat rooting medium in GM-2, the highest values were found in the NAA 5000 ppm treatments in the peat rooting media in GM-1 and GM-3, at 15.50 cm and 15.80 cm, respectively. The maximum average root number was 12.45 roots in the NAA 5000 ppm treatment in the peat rooting medium of GM-3. Again, peat rooting media in GM-1 and GM-2 yielded the highest results in their respective greenhouse environments. Specifically, in GM-1, the highest value of 10.71 roots was obtained with the NAA 5000 ppm treatment, while in GM-2, 9.80 roots were obtained with the IBA 5000 ppm treatment. As a result of literature reviews, it was found that diversified research on the propagation of crape myrtle through cuttings is necessary. However, there are still some previously conducted studies available. In a study conducted by Yılmaz and Yıldız (2020), the highest rooting percentage in softwood cuttings of *L. indica* was found to be 61.00%, the longest root length was

6.65 cm and the highest number of roots was 13.70 roots in the IBA 2000 ppm treatment. Bandana and Shamet (2011) stated that lateral cuttings of *L. indica* treated with a formulation of 0.4% IBA + 1% captan + 2% sucrose-talc and planted during the monsoon season (August) achieved a maximum rooting percentage of 86.67%. Again, in another study where softwood and hardwood cuttings of this species were tried to be rooted using 1000, 3000 and 6000 ppm IBA, the best rooting for hardwood cuttings was achieved as 24.07% with IBA 6000 ppm in peat rooting medium, while the best rooting for softwood cuttings was achieved as 42.14% with IBA 3000 ppm in peat rooting medium (Mengüç & Zencirkıran, 1994). Although different on a species basis, Mohamed and Bashir (2023) achieved the highest rooting percentage of 90.00% using hardwood cuttings of *L. flos-reginae* Retz., with treatments of IBA at 2000 ppm and 3000 ppm. They also obtained the longest root length of 3.90 cm with the IBA 2000 ppm treatment and the highest number of roots, 3.6 roots per cutting, with the IBA 3000 ppm treatment. Razvi et al. (2018) conducted a study on softwood cuttings of *L. speciosa* (L.) Pers. in June, achieving a rooting percentage of 80.70% with the IBA 2000 ppm treatment, compared to 93.33% in control cuttings. In contrast, Abdul-Matin and Harun-ur-Rashid (1999) achieved the highest rooting percentage of 67.00% with the IBA 8000 ppm treatment in their study conducted on the same species in April. Additionally, in the study by Razvi et al. (2018), the finest values of root length and the number of roots were achieved with the IBA 4000 ppm treatment, measuring 16.60 cm and 4.87 roots, respectively. On the other hand, in the study by Abdul-Matin and Harun-ur-Rashid (1999), these values were 5.50 cm and 3.70 roots, respectively, with the IBA 8000 ppm treatment. Compared to previous studies, higher rooting success was achieved in this study using hard cuttings. In addition, very high values were revealed for root length and the number of roots, which are among the most important morphological root characters.

CONCLUSION ZAKLJUČAK

As a result of the high rooting success achieved by rooting crape myrtle with hardwood cuttings taken in March, it can be concluded that there is a long collection time of cutting materials for this species outside the growth period. On the other hand, raising the rooting table temperature by 5°C above the air temperature can result in higher rooting percentage and root length values. Although choosing a perlite rooting medium increases the likelihood of success in terms of rooting percentage, peat rooting medium may be preferred to obtain quality saplings with regard to root morphology. Moreover, auxin group phytohormones also had a positive effect on rooting. However, considering that the

primary goal in cutting propagation studies is to achieve rooting in cuttings, and taking into account the cost-effectiveness of using the lowest hormone dose, it is reasonable to suggest that using 1000 ppm of NAA hormone is practical for crape myrtle. It is thought that this study, which attempts to reveal the most suitable conditions for the production of this species which has a wide range of uses due to its important effects on landscape and health, will be both a basis for subsequent scientific studies and a guide for sapling producers.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

This work was supported by Research Fund of the Karadeniz Technical University (Project No: FAY-2016-5456). The study includes a part of the master's thesis prepared by Ali Bayraktar at Karadeniz Technical University, Institute of Natural Sciences.

REFERENCES

LITERATURA

- Abdul-Matin, M., M. Harun-ur-Rashid, 1999: Rooting of branch cutting of *Lagerstroemia speciosa* Retz., *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *Erythrina indica* Lam. *KU Studies*, 1: 88-91.
- Ajaib, M., T. Arooj, K.M. Khan, S. Farid, M. Ishtiaq, S. Perveen, S. Shah, 2016: Phytochemical, antimicrobial and antioxidant screening of fruits, bark and leaves of *Lagerstroemia indica*. *J. Chem. Soc. Pak.*, 38: 538-545.
- Al-Snafi, A.E., 2019: A review on *Lagerstroemia indica*: A potential medicinal plant. *IOSR J. Pharm.*, 9: 36-42.
- Anşin, R., S. Terzioğlu, 1998: Doğu Karadeniz Bölgesinin özelikle Trabzon yöresinin egzotik ağaç ve çalıları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, Türkiye.
- Arif, A., Husna, F.D. Tuheteru, Rosnawati, 2022: Shoots cuttings propagation of endangered and endemic tree species of *Kalappia celebica* Kosterm using the application of Rootone-f. *Agric. For.*, 68: 121-131.
- Bandana, L.C., G.S Shamet, 2011: Propagation of *Lagerstroemia indica* L.: Effect of IBA-chemical formulations and cutting types on rooting behaviour of stem cuttings in relation to biochemical changes. *Indian J. For.*, 34(1): 55-60.
- Bayraktar, A., F. Atar, N. Yıldırım, I. Turna, 2018b: Effects of different media and hormones on propagation by cuttings of European yew (*Taxus baccata* L.). *Şum. List*, 142: 509-516.
- Bayraktar, A., D. Güney, S.H. Chavoshi, 2022: Kırmızı yapraklı Japon akçağacının çelikle üretilmesinde farklı sera ortamları ile oksinlerin etkileri. *Ormançılık Araş. Derg.*, 9: 84-90.
- Bayraktar, A., N. Yıldırım, F. Atar, I. Turna, 2018a: Effects of some auxins on propagation by hardwood cutting of autumn olive (*Elaeagnus umbellata* Thunb.). *Turk. J. For. Res.*, 5: 112-116.
- Behera, A., S. Awasthi, 2021: Anticancer, antimicrobial and hemolytic assessment of zinc oxide nanoparticles synthesized from *Lagerstroemia indica*. *BioNanoScience*, 11: 1030-1048.
- Blythe, E.K., J.L. Sibley, K.M. Tilt, J.M. Ruter, 2007: Methods of auxin application in cutting propagation: A review of 70 years of scientific discovery and commercial practice. *J. Environ. Hortic.*, 25: 166-185.
- Chang, M., A.F. Ahmed, L. Cui, 2023: The hypoglycemic effect of *Lagerstroemia indica* L. and *Lagerstroemia indica* L. f. *alba* (Nichols.) Rehd. in vitro and in vivo. *J. Future Foods*, 3: 273-277.
- Copes, D.L., N.L. Mandel, 2000: Effects of IBA and NAA treatments on rooting Douglas-fir stem cuttings. *New For.*, 20: 249-257.
- Debnath, S., J.K. Hore, R.S. Dhua, S.K. Sen, 1986: Auxin synergists in the rooting of stem cuttings of lemons (*Citrus limon* Burm). *South Indian Hortic.*, 34: 123-128.
- Dunsin, O., G. Ajiboye, T. Adeyemo, 2016: Effect of alternative hormones on root ability of *Parkia biglobosa*. *J. Scientia Agric.*, 13: 113-118.
- Farooq, M., K. Kakar, M.K. Golly, N. Ilyas, B. Zib, I. Khan, S. Khan, I. Khan, A. Saboor, M. Bakhtiar, 2018: Comparative effect of potting media on sprouting and seedling growth of grape cuttings. *Int. J. Environ. Agric. Res.*, 4: 31-39.
- Gateablé, G., M. Pastor, 2006: Ontogenic stage, auxin type and concentration influence rooting of *Oxera sulfurea* stem cuttings. *Acta Hortic.*, 723: 269-272.
- Gehlot, A., R.K. Gupta, A. Tripathi, I.D. Arya, S. Arya, 2014: Vegetative propagation of *Azadirachta indica*: Effect of auxin and rooting media on adventitious root induction in mini-cuttings. *Adv. For. Sci.*, 1: 1-9.
- Grolli, P.R., S. Morini, F. Loreti, 2005: Propagation of *Platanus acerifolia* Willd. by cutting. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 80: 705-710.
- Güney, D., A. Bayraktar, F. Atar, İ. Turna, 2021b: The effects of different factors on propagation by hardwood cuttings of some coniferous ornamental plants. *Şum. List*, 145: 467-477.
- Güney, D., A. Bayraktar, F. Atar, S.H. Chavoshi, İ. Turna, 2023: The effects of different rooting temperatures and phytohormones on the propagation of boxwood cuttings. *Balt. For.*, 29: id593.
- Güney, D., S.H. Chavoshi, A. Bayraktar, F. Atar, 2021a: The effects of temperature and exogenous auxin on cutting propagation of some junipers. *Dendrobiology*, 86: 29-38.
- Hartmann, T.H., D.E. Kester, F.T. Davies, R.L. Geneve, 2002: Plant propagation, principles and practises. 7th ed. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Husen, A., M. Pal, 2007: Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New For.*, 33: 309-323.
- Iqbal, N., S. Umar, N.A. Khan, M.I.R. Khan, 2014: A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: Regulation of proline metabolism. *Environ. Exp. Bot.*, 100: 34-42.
- Jaleta, A., M. Sulaiman, 2019: A review on the effect of rooting media on rooting and growth of cutting propagated grape (*Vitis vinifera* L.). *World J. Agric. Soil Sci.*, 3: 1-8.
- Kaushik, S., N. Shukla, 2020: A review on effect of IBA and NAA and their combination on the rooting of stem cuttings of different ornamental crops. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 9: 1881-1885.

- Kaya-Şahin, E., M. Pulatkan, G. Ozyurt, 2019: The effect of different doses of hormone application on rooting of *Tamarix tetrandra* Pallas ex Bieb. cuttings. *Fresenius Environ. Bull.*, 28: 1480-1484.
- Koçan, N., G. Cengiz-Gökçe, 2021: Sulugöl (Tokat-Niksar) çevresi rekreasyon alanına yönelik öneri peyzaj tasarımı. *KSÜ Tarım Doğa Derg.*, 24: 90-98.
- Kreen, S., M. Svensson, K. Rumpunen, 2002: Rooting of clematis microshoots and stem cuttings in different substrates. *Sci. Hortic.*, 96: 351-357.
- Kumar, S., A. Malik, R. Yadav, G. Yadav, 2019: Role of different rooting media and auxins for rooting in floricultural crops: A review. *Int. J. Chem. Stud.*, 7: 1778-1783.
- Leakey, R.R.B., A.C. Newton, J.M.P. Dick, 1994: Capture of genetic variation by vegetative propagation: Processes determining success: Tropical trees: the potential for domestication and rebuilding of forest resources (ed. by R.R.B. Leakey, A.C. Newton) HMSO, London, UK, pp. 72-83.
- Mamikoğlu, N.G., 2015: Türkiye'nin ağaçları ve çalıları. 6. baskı, NTV Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Mengüç, A., M. Zencirkıran, 1994: The effects of different rooting media and IBA applications on rooting of hardwood and softwood cuttings of *Lagerstroemia indica* L. *Bahçe*, 23: 3-8.
- Mohamed, S.A., F.G.E. Bashir, 2023: Effects of indole butyric acid (IBA), wounding, cutting position and rooting medium on rooting of giant crape myrtle (*Lagerstroemia flos-reginae* Retz) stem cuttings. *Arab J. Water Ethics*, 6: 63-76.
- Monteuiis, O., 2016: Micropropagation and production of forest tree: Vegetatif propagation of forest tree (ed. by Y.S. Park, J.M. Bonga, H.K. Moon) National Institute of Forest Science, Seoul, Korea, pp. 32-55.
- Pijut, P.M., M.J. Moore, 2002: Early season softwood cuttings effective for vegetative propagation of *Juglans cinerea*. *HortScience*, 37: 697-700.
- Platt, R.G., K.W. Opitz, 1973: The propagation of citrus: The citrus industry-Volume III (ed. by W. Reuther) University of California Press, Berkeley, USA, pp. 4-47.
- Popescu, G.C., M. Popescu, 2015: Effects of different potting growing media for *Petunia grandiflora* and *Nicotiana glauca* Link & Otto on photosynthetic capacity, leaf area, and flowering potential. *Chil. J. Agric. Res.*, 75: 21-26.
- Porras-García, B., E.H. Pinzón-Sandoval, P.J. Almanza-Merchán, 2023: Propagation of *Cannabis sativa* (L.) plants through cuttings and use of auxin phytohormones. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.*, 17: e16428.
- Poupard, C., M. Chauviere, O. Monteuiis, 1994: Rooting *Acacia mangium* cuttings: Effects of age, within-shoot position and auxin treatment. *Silvae Genet.*, 43: 226-231.
- Pulatkan, M., N. Yıldırım, E.K. Şahin, 2018: Farklı hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* "Atropurpurea Nana" çeşitlerinin köklenmesi üzerine etkisi. *Türk. J. For.*, 19: 386-390.
- Razvi, S.S., S. Aziem, R. Prakash, N.A. Mir, S.A. Shalla, S. Mahato, 2018: Propagation of *Lagerstroemia speciosa* (a medicinal plant) using juvenile branch cuttings: A vulnerable species of Southeast Asia. *Int. J. Chem. Stud.*, 6: 794-797.
- Sevik, H., K. Guney, 2013: Effects of IAA, IBA, NAA, and GA3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *Sci. World J.*, 2013: 1-5.
- Singh, K.K., T. Choudhary, P. Kumar, 2013: Effect of IBA concentrations on growth and rooting of *Citrus limon* cv. Pant Lemon cuttings. *HortFlora Res. Spectr.*, 2: 268-270.
- Sudomo, A., A. Rohandi, N. Mindawati, 2013: Application of Rootone F growth regulator substance on manglid cutting (*Manglietia glauca* BI). *J. Peneliti. Hutan Tanaman*, 10: 57-63.
- Swamy, S.L., S. Puri, S.B. Yadav, 2000: Propagation of *Albizia procera* Benth. using cutting and air layering techniques. *Indian J. Agrofor.*, 12: 149-152.
- Tchoundjeu, Z., M.L. Avana, R.R. Leakey, A.J. Simons, E. Asaah, B. Duguma, J.M. Bell, 2002: Vegetative propagation of *Prunus africana*: Effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. *Agrofor. Syst.*, 54: 183-192.
- Tchoundjeu, Z., M.L. Mpeck, E. Asaah, A. Amougou, 2004: The role of vegetative propagation in the domestication of *Pausinystalia johimbe* K. Schum, a highly threatened medicinal species of West and Central Africa. *For. Ecol. Manag.*, 188: 175-183.
- Temim, E., B. Dorbić, A. Hadžiabulić, S. Mujčin, 2021: Ožiljavanje reznica indijske lagerstremije (*Lagerstroemia indica* L.) tretiranjem vrbinom vodom, hormonom i vodom. *Glasilo Future*, 4(5-6): 23-30.
- Turna, İ., 2017: Kent ormancılığı (Kentsel yeşil alanlar). Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, Türkiye.
- Wei, Q., R. Liu, 2022: Flower colour and essential oil compositions, antibacterial activities in *Lagerstroemia indica* L. *Nat. Prod. Res.*, 36: 2145-2148.
- Williams, D., K. Tilt, S. Valenti-Windsor, 2000: Common crape myrtle. Alabama Cooperative Extension System, Alabama, USA.
- Yahyaoğlu, Z., D. Güney, 2013: Ağaç ıslahı ders notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, Türkiye.
- Yang, E.J., J.S. Lee, B.B. Song, C.Y. Yun, D.H. Kim, I.S. Kim, 2011: Anti-inflammatory effects of ethanolic extract from *Lagerstroemia indica* on airway inflammation in mice. *J. Ethnopharmacol.*, 136: 422-427.
- Yıldırım, N., A. Bayraktar, F. Atar, D. Güney, M. Öztürk, İ. Turna, 2020: Effects of different genders and hormones on stem cuttings of *Salix anatolica*. *J. Sustain. For.*, 39: 300-308.
- Yılmaz, G., K. Yıldız, 2020: Bazı önemli dış mekan süs bitkilerine ait yeşil çeliklerin köklenme performansları. *Akad. Ziraat Derg.*, 9: 373-380.

SAŽETAK

Lagerstroemia indica L. omiljena je ukrasna biljka u projektima uređenja krajobraza, a njezini različiti vegetativni dijelovi uvelike se koriste u medicini. Ova studija imala je za cilj razmnožiti tu vrstu korištenjem drvenastih reznica zbog njezinih poželjnih značajki. U tu svrhu postavljena su tri različita staklenička medija (SM), svaki sa supstratima perlita i treseta za ukorjenjivanje (UM). U svakom mediju, uz kontrolu, korištene su reznice tretirane s dozama od 1000 ppm i 5000 ppm indol-3-maslačne kiseline (IMK) i α -naftalenoctene kiseline (NAK), koje pripadaju skupini fitohormona (FH) auksina. Rezultati istraživanja pokazali su da su SM-2 (temperatura zraka: 20 ± 2 °C; temperatura stola za ukorjenjivanje: 25 ± 2 °C) i SM-3 (staklenik s najlonskim tunelom) imale veće postotke ukorjenjivanja (PU) i duljine korijena (DK) u usporedbi s SM-1 (temperatura zraka i stola za ukorjenjivanje: 20 ± 2 °C), koji je imao najveći broj korijena (BK). U svim trima uvjetima staklenika, perlitni supstrat pokazao je jasnu prednost u pogledu postotka ukorjenjivanja; ipak, tresetni supstrat uglavnom je dao bolje rezultate u pogledu duljine i broja korijena. Kao rezultat istraživanja, najviši postotci ukorjenjivanja zabilježeni su u perlitnom mediju za ukorjenjivanje, s 90.00 % u tretmanu NAK 1000 ppm u SM-2 i tretmanu NAK 5000 ppm u SM-3. Na temelju rezultata studije, za postizanje visokog uspjeha ukorjenjivanja preporučuje se koristiti reznice tretirane s NAK 1000 ppm u perlitnom supstratu za ukorjenjivanje u stakleničkom mediju gdje je temperatura stola za ukorjenjivanje postavljena 5 °C više od temperature zraka.

KLJUČNE RIJEČI: lagerstremija, krajobraz, vegetativno razmnožavanje, auksin, postotak ukorjenjivanja

SYNTAXONOMICAL CONTRIBUTION TO THE VEGETATION CLASSIFICATION OF TÜRKIYE FROM SW ANATOLIA: A PLANT DIVERSITY HOTSPOT

SINTAKSONOMSKI PRILOG KLASIFIKACIJI VEGETACIJE TURSKJE IZ JZ ANATOLIJE: ŽARIŠTE RAZNOLIKOSTI BILJAKA

Hediye AKTAŞ AYTEPE^{1*}, Ali KAVGACI²

SUMMARY

This study was carried out to determine the vegetation diversity and gradient of the Bencik Mountain in SW Anatolia, Türkiye, which is a plant biodiversity hotspot. The field sampling was realized in accordance with the Braun-Blanquet's methodology. For the classification of communities, hierarchical cluster analysis was used. Ecological interpretation of the defined communities was done by nonmetric multi-dimensional scaling with passive projection of topographical variables. Five plant communities belonging to different vegetation types (forest, macchia and regressive successional stage) were identified. Except for regressive successional stage, the others were described at the association level. Three of them were newly described. The pine-dominated forests are represented by *Hymenocarpus circinnati*-*Pinetum brutiae* under the alliance *Styraco officinalis*-*Pinion brutiae* (*Pinetalia halepensis*, *Pinetalia halepensis*) and *Vicio lathyroidis*-*Pinetum pallasianae* under the alliance *Adenocarpus*-*Pinion pallasianae* (*Erico-Pinetalia*, *Erico-Pinetalia*). Both of them are new associations. The riparian sites are represented by *Nerio oleandri*-*Platanetum orientalis* under the alliance *Platanion orientalis* (*Populetales albae*, *Alnus glutinosae*-*Populetea albae*). The macchia is represented by *Daphno gnidiois*-*Quercetum cocciferae*, a new association belonging to the alliance *Quercion cocciferae* (*Quercetalia cocciferae*, *Quercetalia ilicis*). The regressive successional stage is represented by the *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* community, which resulted from the overgrazing and intensive human use of *Quercus coccifera* macchia. Floristic differentiation of the study area vegetation is significantly correlated with topographical variables (elevation and aspect). This study not only indicated the diverse vegetation richness of the area and its nature conservation value but also made an important contribution to the understanding of Mediterranean vegetation in Türkiye.

KEY WORDS: Bencik Mountain, classification, Mediterranean, ordination, Türkiye, vegetation

INTRODUCTION UVOD

Plant communities are formed by the plants distributing in similar environmental conditions and form the general vegetation structure in a region. Defining plant communities is crucial in determining plant biodiversity, understanding ecological differentiation, and assessing habitat diversity (Blasi and Burrascano 2013). Such knowledge is very im-

portant for the management of natural resources and especially for nature conservation studies.

In order to carry out large-scale studies on vegetation analysis, it is necessary to determine the plant communities at the local scale. In this context, it is seen that studies on plant communities are intensive around the world and have been conducted to a large extent, especially in Europe (Chytrý et al. 2016). As a matter of fact, comprehensive ve-

¹ Hediye Aktaş Aytepe, University of Muğla Sıtkı Koçman, Science Faculty, Department of Biology, Kötekli, Muğla, Türkiye

² Ali Kavgacı, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur Food Agriculture and Livestock Vocational School, Burdur, Türkiye

*Corresponding author: Hediye Aktaş Aytepe, email: hediyeaytepe@gmail.com

getation databases for European vegetation, based on the studies carried out on a local scale, have been constituted, and comprehensive classifications have been carried out. Based on these databases, European habitat classification has almost been completed, and the distribution of plant communities at the alliance level has been mapped (Chytrý et al. 2020; Preislerová et al. 2022).

The number of plant sociology studies in Türkiye intensified in the 1970s, especially with the contributions of foreign researchers. In the following years, these numbers increased with the participation of Turkish researchers who were interested in the subject, and a substantial contribution was made to the vegetation sciences in Türkiye (Quézel et al. 1992; Ketenoglu et al. 2010; Bergmeier et al. 2018). Based on these studies, some large-scale datasets were prepared and analyzed, such as the Forest Vegetation Database of Turkey (Kavgacı et al. 2021), oak forest vegetation in Turkey (Uğurlu et al. 2012), and western Euxine forest vegetation of Turkey (Çoban and Willner 2019). With the vegetation studies based on these datasets, significant contributions to the understanding of the vegetation and habitat diversity of the country were made. However, enriching these datasets with data from previously unstudied regions is important to better understand the diversity at the country level and to contribute to the European vegetation classification system (Mucina et al. 2016).

In addition to the studies carried out in different parts of Türkiye, SW Türkiye was also subjected to several phytosociological studies, such as by Vural et al. (1995), Özel (1996), and Kavgacı et al. (2017, 2021). However, the Bencik Mountain located in the Muğla province (SW Türkiye), one of the high plant biodiversity regions in Türkiye, was not studied, and to understand the diversity and richness at a regional scale, the determination of the vegetation diversity of this mountain is crucial. Therefore, in this study, it was aimed to determine the plant communities of the

Bencik Mountain vegetation, reveal their relationship with topographical variables, and evaluate them in terms of plant biodiversity parameters. The south and southwest of Türkiye are plant biodiversity hotspots, and the study area is located in this region. It is thought that the study carried out at this location would make a significant contribution to the vegetation science.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Study area – *Istraživano područje*

The study area, which is located in southwestern Türkiye, is within the borders of the Yatağan district of the Muğla province (Figure 1). The region is situated within the Mediterranean phytogeographical boundaries. The elevation of the Bencik Mountain area varies between 400 m and 1396 m.

The bedrock of the study area consists of marble, phyllite, and schists from the upper Paleozoic and Mesozoic periods (Kayan 1979). There are colluvial, limeless brown, brown, and red-brown Mediterranean soils that exist in the study area (Anonymous 1998).

A less rainy and warm Mediterranean climate is seen in the region. The average temperature is 16.2°C, the average precipitation is 631.74 mm, the coldest and warmest months are February and July, respectively (Meteorology General Directorate 2018).

Field sampling and data assessment – *Terensko uzorkovanje i analiza podataka*

The field sampling was carried out on the Bencik Mountain (Yatağan/Muğla-Türkiye) between 2016 and 2019. For the definition of the plant associations, sampling plots were taken from each plant formation in an adequate number and

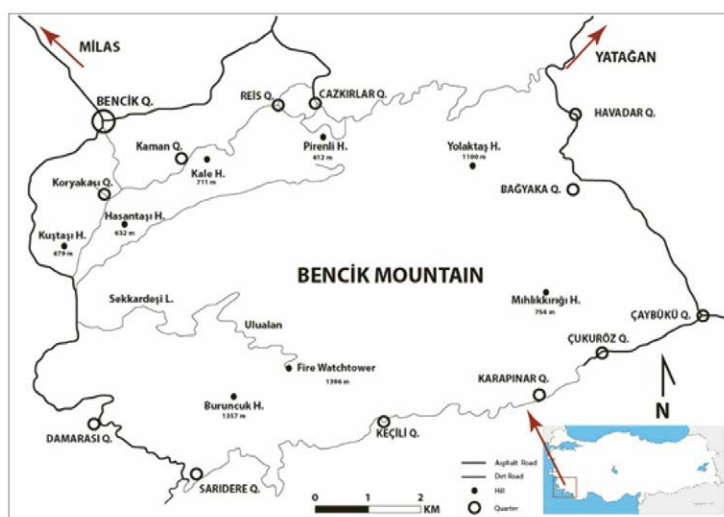


Figure 1. Geographic map of the research area (Abbreviations: Q: Quarter, H: Hill, L: Location).

Slika 1. Karta istraživanog područja (Kratice: Q: predio, H: vrh, L: lokalitet)

suitable size. In addition to the forest and shrubland vegetation in the study area, the regressive successional stage, especially in contact with *Quercus coccifera* macchia, and sclerophyllous forests were also sampled to understand the effects of degradation. The protocol of each plot includes general topographic and other data of individual plots, such as elevation, inclination, aspect, vegetation cover (total and individual layers), and a list of all vascular plants, in which a cover value was assigned to each species according to the cover – abundance scale of Braun-Blanquet (1932).

For the classification analyses, the Sorensen (Bray-Curtis) coefficient as a resemblance measure and Ward's method as a group linkage method were applied in the PC-ORD program (Versions 4 and 5). The diagnostic species of the accepted clusters were identified by a fidelity measure in the JUICE (version 7.1) program (Tichý 2002). The threshold of the phi value was subjectively selected at 0.50 for a species to be considered diagnostic (Chytrý et al. 2002). Species whose occurrence concentration in the plots of a particular cluster was not significant at $p < 0.05$ (Fisher's exact test) were excluded from the set of diagnostic species (Tichý and Chytrý 2006). Species with 50% frequency in each plant community were accepted as constant species, and species with a cover of more than 25% in at least 10% of the vegetation plots in each community were considered as dominant species.

The results of the classification were visualized by ordination techniques in non-metric multidimensional scaling (NMDS). Topographical variables (elevation, aspect, and inclination) were passively shown on the ordination plane. Moreover, the topographical variables were visualized by a box-wishers diagram prepared in JUICE. The nomenclature of plant species follows the Flora of Turkey (Davis 1965–1985; Davis et al. 1988) and the Plant List of Turkey (Güner (ed.) 2012). The IUCN categories of the endemic taxa collected from the study area were determined from the Red Book of Turkish Plants (Ekim et al., 2000; IUCN, 2003). New syntaxa were described in accordance with the International Code of Phytosociological Nomenclature (ICPN; Theurillat et al. 2021).

RESULTS REZULTATI

Classification – Klasifikacija

The classification analyses showed that the Bencik Mountain vegetation is formed by five different plant communities representing different vegetation types: forests, macchia and regressive successional stage (Figure 2).

The vegetation table of the communities is submitted in Table 1 (see in Appendix).



Figure 2. Dendrogram of the Bencik Mountain vegetation by the hierarchical cluster analysis (1. *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia* forest, 2. *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia, 3. *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forest, 4. *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest, 5. *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage).

Slika 2. Dendrogram vegetacije na planini Bencik dobiven hijerarhijskom klsterskom analizom (1. šuma *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia*, 2. makija *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera*, 3. šuma *Nerium oleander*-*Platanus orientalis*, 4. šuma *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, 5. garig *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi*).

Hymenocarpus circinnatus-*Pinus brutia* forest

This forest represents the Turkish red pine dominated forests in the area. It is mainly found between 647 m and 1094 m. Above this belt, it represents a non-homogeneous structure and mixes with *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* at ecotones up to an elevation about 1200 m. It appears to have almost all kinds of aspects with the inclination between 10° and 45°. Soil types are limeless brown and brown forest soil consisting of marble and schist rocks. The general coverage of the community is between 75% and 95%. The community consists of three vertical layers. The tree layer cover is 70–90% with 20–30 m height; the shrub layer is 15–60% with 0.1–4 m height; and the herb cover is 30–95% with 0.6–1.1 m height.

Diagnostic species: *Asplenium ceterach*, *Briza maxima*, *Centaurea cariensis* subsp. *maculiceps*, *Cistus creticus*, *Crepis vesicaria*, *Crucianella latifolia*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Galium heldreichii*, *Hymenocarpus circinnatus*, *Lathyrus aphaca* var. *affinis*, *Pilosella piloselloides* subsp. *piloselloides*, *Pinus brutia* var. *brutia*, *Quercus ithaburensis* subsp. *macrolepis*, *Sanguisorba minor* subsp. *minor*, *Scandix australis* subsp. *grandiflora*, *Scorzonera elata*, *Spiranthes spiralis*, *Trifolium uniflorum*

Constant species: *Asplenium ceterach*, *Briza maxima*, *Bromus sterilis*, *Carex flacca* subsp. *erythrostachys*, *Cistus creticus*, *Crepis vesicaria*, *Crucianella latifolia*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Doronicum orientale*, *Euphorbia rigida*, *Galium heldreichii*, *Hymenocarpus circinnatus*, *Lathyrus aphaca* var. *affinis*, *Milium pedicellare*, *Oryzopsis coerulescens*, *Pilosella piloselloides* subsp. *piloselloides*, *Pinus brutia*, *Poa bulbosa*, *Quercus coccifera*, *Quercus ithaburensis* subsp. *macrolepis*, *Sanguisorba minor* subsp. *minor*, *Scandix australis* subsp. *grandiflora*, *Scorzonera elata*, *Torilis arvensis* subsp. *neglecta*, *Trifolium campestre*, *Trifolium grandiflorum*, *Trifolium stellatum* var. *stellatum*, *Trifolium uniflorum*.

Dominant species: *Pinus brutia*

***Daphne gnidioides-Quercus coccifera* macchia**

Daphne gnidioides-Quercus coccifera macchia is found between the elevations of 663 and 748 m. It generally appears in the northern, northeastern, eastern, and southern aspects. The inclination changes between 5° and 30°. It is located on brown forest soil, which consists of phyllite rocks. The general cover of the vegetation type is between 70% and 90%. The vegetation type consists of two vegetation layers. The shrub layer cover is 70-90% with the height of 0.5-6 m, and the herb cover is 10-60% with the height of 0.7-1.5 m.

Diagnostic species: *Aegilops umbellulata*, *Caucalis platycarpus*, *Daphne gnidioides*, *Euphorbia rigida*, *Lagoecia cuminoidea*, *Legousia speculum-veneris*, *Minuartia anatolica* var. *anatolica*, *Securigera cretica*, *Sherardia arvensis*, *Styrax officinalis*, *Trifolium lucanicum*

Constant species: *Aegilops umbellulata*, *Alyssum smyrnaeum*, *Asparagus acutifolius*, *Avena barbata* subsp. *barbata*, *Bromus sterilis*, *Carex flacca* subsp. *erythrostachys*, *Caucalis platycarpus*, *Cistus creticus*, *Crucianella latifolia*, *Daphne gnidioides*, *Euphorbia rigida*, *Geranium lucidum*, *Lagoecia cuminoidea*, *Legousia speculum-veneris*, *Leontodon tuberosus*, *Medicago minima* var. *minima*, *Minuartia anatolica* var. *anatolica*, *Oryzopsis coerulescens*, *Poa bulbosa*, *Quercus coccifera*, *Sanguisorba verrucosa*, *Scandix stellata*, *Securigera cretica*, *Sherardia arvensis*, *Silene odontopetala*, *Stachys cretica* subsp. *smyrnaea*, *Styrax officinalis*, *Torilis arvensis* subsp. *neglecta*, *Trifolium lucanicum*, *Trifolium stellatum* var. *stellatum*.

Dominant species: *Quercus coccifera*.

***Nerium oleander-Platanus orientalis* forest**

Riparian forests on the Bencik Mountain are formed by this vegetation type ranging between 501 and 565 m. The vegetation type is found on the limeless brown soil formed by the phyllite rock. It generally prefers southern aspects. The inclination is not high. The general cover of the vegetation type is between 60% and 70%. The vegetation type consists of three vertical layers. The tree layer cover is 45-70% and the height is 10-25 m; the shrub layer cover is 45-70% and the height is 3-6 m; the herb layer cover is 5-60%, and the height is 1 m.

Diagnostic species: *Campanula lyrata* subsp. *lyrata*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Dracunculus vulgaris*, *Euphorbia peplus* var. *peplus*, *Geranium purpureum*, *Hedera helix*, *Juncus acutus*, *Mentha longifolia*, *Micromeria graeca* subsp. *graeca*, *Muscari comosum*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Nerium oleander*, *Plantago lanceolata*, *Platanus orientalis*, *Prunella vulgaris*, *Viola odorata*

Constant species: *Asparagus acutifolius*, *Briza maxima*, *Campanula lyrata* subsp. *lyrata*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crepis sancta*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispa-*

nica, *Dracunculus vulgaris*, *Euphorbia peplus* var. *peplus*, *Geranium purpureum*, *Hedera helix*, *Juncus acutus*, *Mentha longifolia*, *Micromeria graeca* subsp. *graeca*, *Muscari comosum*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Nerium oleander*, *Plantago lanceolata*, *Platanus orientalis*, *Prunella vulgaris*, *Sanguisorba minor* subsp. *muricata*, *Trifolium campestre*, *Viola odorata*.

Dominant species: *Nerium oleander*, *Platanus orientalis*.

***Vicia lathyroides-Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest**

This forest represents the Anatolian black pine-dominated forests in the region. It appears above 1231 m and forms the highest elevation belt of the mountain. It occurs on the brown forest soil, which is formed by the marble rock. The inclination changes between 30° and 45°. The general cover of the vegetation type is between 70% and 80%. The vegetation type consists of three vertical layers. The tree layer cover is 60-80% with the height of 15-25 m, the shrub layer cover is 5-10% with the height of 0.1-3 m, and the herb layer cover is 10-80% with the height of 0.3-0.5 m.

Diagnostic species: *Galium penduliflorum*, *Juniperus foetidissima*, *Lamium garganicum* subsp. *striatum* var. *striatum*, *Origanum hypericifolium*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Vicia lathyroides*

Constant species: *Anthemis cretica* subsp. *albida*, *Aubrieta deltoidea*, *Doronicum orientale*, *Galium pendulifolium*, *Juniperus foetidissima*, *Lamium garganicum* subsp. *striatum* var. *striatum*, *Milium pedicellare*, *Origanum hypericifolium*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Poa bulbosa*, *Quercus coccifera*, *Veronica cymbalaria*, *Vicia lathyroides*.

Dominant species: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

***Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage**

Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi regressive successional stage has developed around 1299-1396 m. The vegetation type is located on brown forest soil, which consists of marble rocks found in the Fire Tower area, Buruncuk Hill, and their surroundings in the area. The inclination changes between 5° and 45°. It can be found at almost all kind of aspects. The general coverage of this vegetation type is 60-90%: (a) tree layer, 3-10%, a height of 0-0.1 m; (b) shrub layer, 5-90%, a height of 0.1-2 m; (c) herb layer, 50-90 %, a height of 0.2-0.5 m. *Q. coccifera*, one of the most characteristic species of macchia vegetation in the region often occurs as dominant in this community. Although *Q. coccifera* represents reduced distribution and does not appear through all distribution of the vegetation type, its local dominance may be an indication of the regression and successional process of the *Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage.

Diagnostic species: *Aegilops triuncialis*, *Anchusa hybrida*, *Buglossoides arvensis*, *Centaurea cadmea*, *Centaurea urvillei*, *Clypeola jonthlaspi*, *Cyanus segetum*, *Erodium cicutarium*, *Lamium amplexicaule*, *Moenchia mantica*, *Neslia paniculata* subsp. *thracica*, *Ornithogalum armeniacum*, *Papaver argemone*, *Saxifraga tridactylites*, *Scandix iberica*, *Sedum album*, *Sedum amplexicaule*, *Valantia hispida*, *Valerianella balansae*

Constant species: *Aegilops triuncialis*, *Ajuga chamaepitys*, *Alyssum fulvescens* var. *fulvescens*, *Alyssum smyrnaeum*, *Anchusa hybrida*, *Anthemis cretica* subsp. *albida*, *Aubrieta deltoidea*, *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*, *Buglossoides arvensis*, *Centaurea cadmea*, *Centaurea urvillei*, *Clypeola jonthlaspi*, *Crepis sancta*, *Cyanus segetum*, *Erodium cicutarium*, *Lamium amplexicaule*, *Moenchia mantica*, *Myosotis ramosissima*, *Neslia paniculata* subsp. *thracica*, *Ornithogalum armeniacum*, *Papaver argemone*, *Poa bulbosa*, *Ranunculus marginatus*, *Saxifraga tridactylites*, *Scandix iberica*, *Sedum album*, *Sedum amplexicaule*, *Trifolium stellatum* var. *stellatum*, *Valantia hispida*, *Valerianella balansae*, *Verbascum pinardii*.

Dominant species: *Quercus coccifera*.

Chorology and ordination of the vegetation units – Horologija i ordinacija vegetacijskih jedinica

It was found that the vegetation types in the study area generally contain Mediterranean elements due to their location in the Mediterranean phytogeographic region. As the altitude increases in the communities, the effect of Irano-Turanian elements is found, and in humid and shaded areas, there are Euro-Siberian elements.

Hymenocarpus circinnatus-*Pinus brutia* forest has a total of fifty-two taxa, containing 42.3% Mediterranean, 57.7% pluri-regional elements, and 2 LC (Least Concern) category endemics. *Sideritis albiflora* and *Stachys cretica* subsp. *smyrnaea* are the endemics of the community. *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia has a total of forty-six taxa, containing 43.48% Mediterranean, 4.35% Euro-Siberian, 6.52% Irano-Turanian, 45.65% pluri-regional elements, and 3 LC category endemics. *Minuartia anatolica* var. *anatolica*, *Stachys cretica* subsp. *smyrnaea*, and *Verbascum bellum*

are the endemics in the community. *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forest has a total of fourteen taxa, containing 15% Mediterranean, 5% Euro-Siberian, and 80% pluri-regional elements. *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest contains 28.57% Mediterranean and 71.43% pluri-regional elements, with 2 endemics in the LC category. The endemic species in the community are *Galium penduliflorum* and *Origanum hypericifolium*. *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage has a total of fifty-two taxa, containing 26.92% Mediterranean, 1.92% European Siberian, 3.85% Iranian Turanian, and 67.31% pluri-regional elements, and 2 LC (Least Concern), 1 NT (Near Threatened), 1 VU (Vulnerable), and 1 CR (Critically Endangered) endemic taxa. *Astragalus condensatus* and *Astragalus hirsutus* are in the LC category, *Erysimum carium* is in the CR category, *Phlomis angustissima* is in the VU category, and *Verbascum pinardii* is in the NT category of endemics (Table 2).

The NMDS ordination of the relevés with the passive projection of topographical factors is seen in Figure 3. The floristic differentiation of the vegetation types and the effects of topographical factors on their differentiation are clear. The left side of the ordination is formed by the *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia* forest, while the *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage occurs on the right side. *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia is at the upper part of the ordination, and the lower side is formed by the vegetation types of *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* and *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forests. There is a clear gradient of elevation and aspect through axes 1 and 2, respectively.

Vicia lathyroides-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forests and *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage are found in high-altitude belts of the mountain (Figures 3, 4). The *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia* forest is found from the lower to the higher elevations. On the other hand, the communities of *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia and *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forest are found at lower elevations.

Table 2. Distribution of taxa in phytogeographic regions in the study area.

Tablica 2. Raširenost taksona u fitogeografskim regijama na području istraživanja.

Community name	Phytogeographical regions (Number / (%))				
	Endemic	Mediterranean	Euro Siberian	Irano Turanian	Pluri regional
<i>Hymenocarpus circinnatus</i> - <i>Pinus brutia</i> forest	2 (3.85%)	22 (42.3%)	0	0	30 (57.7%)
<i>Daphne gnidioides</i> - <i>Quercus coccifera</i> macchia	3 (6.52%)	20 (43.48%)	2 (4.35%)	3 (6.52%)	21 (45.65%)
<i>Nerium oleander</i> - <i>Platanus orientalis</i> forest	0	3 (15%)	1 (5%)	0	16 (80%)
<i>Vicia lathyroides</i> - <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> forest	2 (14.29%)	4 (28.57%)	0	0	10 (71.43%)
<i>Aegilops triuncialis</i> - <i>Clypeola jonthlaspi</i> regressive successional stage	5 (9.62%)	14 (26.92%)	1 (1.92%)	2 (3.85%)	35 (67.31%)

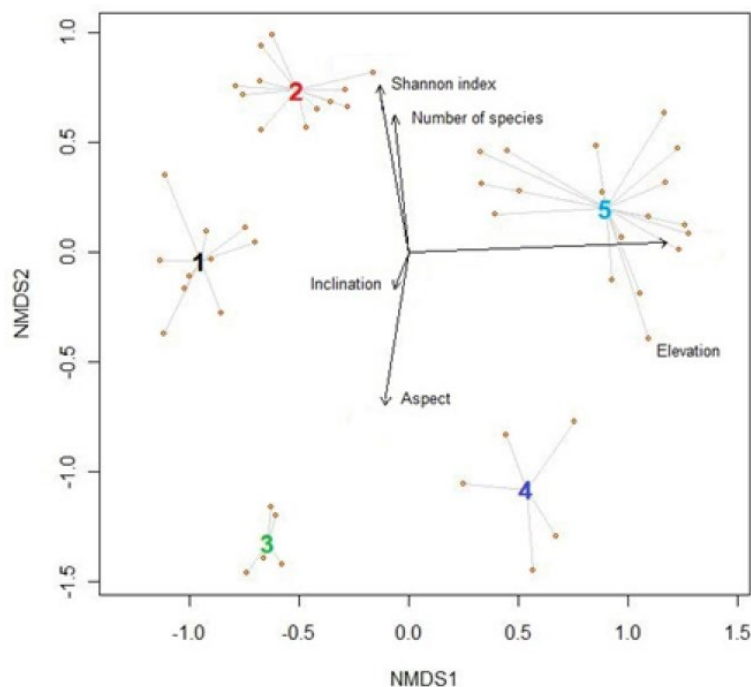


Figure 3. NMDS ordination of the vegetation types: 1. *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia* forest, 2. *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia, 3. *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forest, 4. *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest, 5. *Aegilops triuncialis*-*Clype-ola jonthlaspi* regressive successional stage)

Slika 3. NMDS ordinacija vegetacijskih tipova: 1. šuma *Hymenocarpus circinnatus*-*Pinus brutia*, 2. makija *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera*, 3. šuma *Nerium oleander*-*Platanus orientalis*, 4. šuma *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, 5. garig *Aegilops triuncialis*-*Clype-ola jonthlaspi*

While the forests of *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* prefer southern aspects, *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* mostly occur in northern aspects. Other vegetation types do not show specific preferences in terms of aspect.

The *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forest is found on low inclinations. It has been determined that other vegetation types are located on inclinations between 10° and 45°.

There is a clear difference between plant communities in terms of species richness and diversity (Figures 3, 5). The *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest has the least species richness among the vegetation types. The Shannon diversity index also shows that the *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forests have low species diversity compared to the other vegetation types (Figure 5).

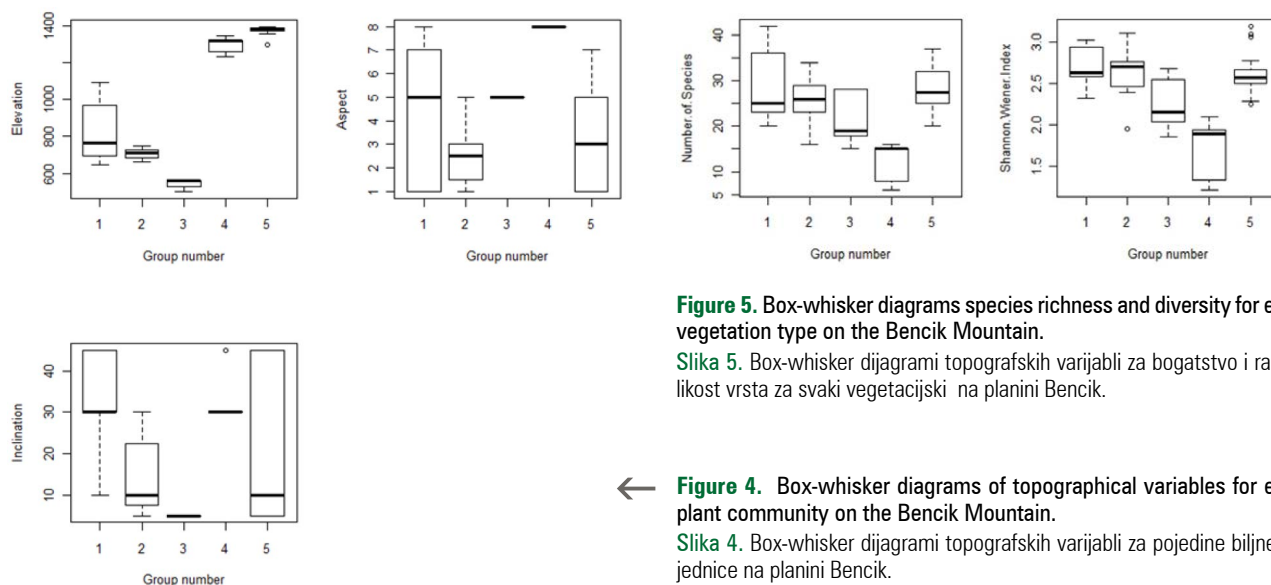


Figure 5. Box-whisker diagrams species richness and diversity for each vegetation type on the Bencik Mountain.

Slika 5. Box-whisker dijagrami topografskih varijabli za bogatstvo i raznolikost vrsta za svaki vegetacijski na planini Bencik.

Figure 4. Box-whisker diagrams of topographical variables for each plant community on the Bencik Mountain.

Slika 4. Box-whisker dijagrami topografskih varijabli za pojedine biljne zajednice na planini Bencik.

See Figures 2 and 3 for the explanation of group numbers. — : Median, □ : 25%-75%, I : Non-outlier range, ○ : outliers, * : extremes
Oznake zajednica objašnjene su na Slikama 2. i 3. — : Medijan, □ : 25 %-75 %, I : Raspon koji nije izuzetak, ○ : ekstremi, * : krajnosti

DISCUSSION

RASPRAVA

The vegetation of the Bencik Mountain is distributed in the meso-Mediterranean and the supra-Mediterranean belts, consisting of five different plant communities. Although topographic conditions seem to have an effect on the floristic differentiation of the communities, secondary communities have also emerged as a result of human-induced deterioration. In addition to zonal pine forests of *P. brutia* and *P. nigra*, the riparian ecosystems in the area are characterized by the *Platanus orientalis* dominated forests.

The effects of elevation and aspect on floristic differentiation can be the result of climatic variation in the study area, which has also been shown in various studies carried out in Mediterranean Türkiye before (Fontaine et al. 2007). The upper belts of the study area are formed by the *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest and *Aegilops triuncialis*-*Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage, while the *Daphne gnidioides*-*Quercus coccifera* macchia and *Nerium oleander*-*Platanus orientalis* forests occur in the lower belts. Differently, *Hymenocarpos circinnatus*-*Pinus brutia* forest is found in meso- and supra-Mediterranean vegetation belts.

Although *P. brutia* (Turkish red pine) forests in Türkiye were classified under different alliances in the past, they were grouped under two alliances in recent years (Bonari et al. 2021; Kavgacı et al. 2021). While lower-elevation Turkish red pine forests are classified under the alliance *Pinion brutiae*, upper ones represent the alliance *Styraco officinalis*-*Pinion brutiae*. Both alliances are placed under *Pinetalia halepensis* and *Pinetea halepensis*. In our case, since the distribution of *Pinus brutia* forests is in meso- and supra-Mediterranean, it is suitable to place them under *Styraco officinalis*-*Pinion brutiae*.

Some plant communities of Turkish red pine at association level in SW Türkiye were identified. While some of them were invalidly published according to the ICPN rules (Theurillat et al. 2021), some show certain floristic differentiation from the community on the Bencik Mountain due to the geographical and climatic variation. *Aetheorhiza*-*Pinetum brutiae* and *Phlomido bourgaei*-*Pinetum brutiae*, both of which were described in Marmaris province by Vural et al. (1995) and Akman et al. (1998), respectively, and *Junipero phoeniceae*-*Pinetum brutiae* in the Bodrum peninsula (Akman et al. 1998) are the Turkish pine forests identified in SW Türkiye. However, all these communities represent the Eu- and thermo-Mediterranean distributions of the species (*Pinion brutiae*) and are floristically different. There are also other studies from higher elevation in the surrounding regions in Southern Mediterranean Türkiye: *Asparago acutifoli*-*Pinetum brutiae* identified in the Finike province (Antalya) (Karaköse and Terzioğlu 2021), and *Glycyrrhiza asymericae*-*Pinetum brutiae*, and *Phlomido leucophractae*-

Pinetum brutiae in the Antalya Gulf (Kurt et al. 2015). Similarly, there are also other studies from the northern part of Mediterranean Türkiye (Ketenoglu et al. 2010). All of these communities have a different floristic composition than the Turkish pine forests on the Bencik Mountain (*Hymenocarpos circinnatus*-*Pinus brutia* forest). Therefore, we decided to describe a new association of *P. brutia* forests on the Bencik Mountain as *Hymenocarpo circinnati*-*Pinetum brutiae* Aytepe et Kavgacı ass. nova under the alliance *Styraco officinalis*-*Pinion brutiae* (*Pinetalia halepensis* and *Pinetea halepensis*).

Pinus nigra subsp. *pallasiana* has a natural distribution in southern Europe and Türkiye. The Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) is one of the subspecies of black pine, growing naturally as a widespread mid-elevation species in the southern, western, and northern Anatolian Mountains (Akman 1995). Its distribution is placed in a gradient from the sea-effected climate area to the steppe vegetation of inner Anatolia. Anatolian black pine forests in Türkiye were grouped under two different alliances: *Cisto laurifolii*-*Pinion pallasianae* in western Euxine Türkiye and *Adenocarpo complicati*-*Pinion pallasianae* in Mediterranean Türkiye (Akman, 1995; Ketenoglu et al. 2010). Phytosociological studies were carried out in Anatolian black pine forests in SW Türkiye, some of which were not published. But these studies (see Bekat 1987; Gemici 1988; Serin 1996; Kargioğlu and Tatlı 2005; Sağlam 2007) represent the inner land distributions of Anatolian black pine in SW Türkiye and show strict floristic differentiation from the *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest on the Bencik Mountain, which is under the effect of sea climate. In addition to these studies, other community descriptions of Anatolian black pine forests were also made in other parts of Mediterranean Türkiye. However, they also have stricter floristic differentiation than the community on the Bencik Mountain due to the geographical distance and climatic variation. In this context, the *Vicia lathyroides*-*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* forest on the Bencik Mountain is defined as a new association: *Vicio lathyroidis*-*Pinetum pallasianae* Aytepe et Kavgacı ass. nova under *Adenocarpo*-*Pinion pallasianae*, *Erico*-*Pinetalia*, and *Erico*-*Pinetea*. The association represents the meso-Mediterranean Anatolian black pine forests in areas under sea climate in SW Türkiye. The poorer species richness and diversity of this vegetation type than the other vegetation types in the region can be a result of higher tree layer coverage.

Platanus orientalis (Oriental plane) establishes gallery-type forests on narrow valley bases and along rivers in almost every region of Türkiye. There are few studies on the Oriental plane in Mediterranean Türkiye (Ayaşlıgil 1987; Çinbilgel and Gökçeoğlu 2010). The *Nerio oleandri*-*Platanetum orientalis* vegetation type, which was first identified in Albania (Kárpáti 1962), also characterizes the *P. orien-*

talis riparian forests in Anatolia. This association is placed under *Platanion orientalis*, *Populetalia albae*, and *Alno glutinosae-Populetea albae*.

Macchia is an evergreen, sclerophyllous shrubland with a more or less closed canopy structure. It is a stage of vegetation succession towards the forest, a replacement stage of climax forests, or even permanent communities on xeric sites. These stages are maintained by grazing, forest clearing, and fires. Unless the succession is interrupted, macchia develops into a sclerophyllous forest, but the species composition is nearly the same (Kavgacı et al. 2017). Macchia and sclerophyllous forests are therefore often treated together in vegetation classification (Čarni et al. 2011, 2018; Kavgacı et al. 2017).

Quercus coccifera-dominated macchia and sclerophyllous forests in Türkiye are classified under different alliances: *Arbuto andrachnes-Quercion cocciferae*, *Ceratonia siliquae-Pistacion lentisci* and *Quercion cocciferae* (Kavgacı et al. 2021). However, the upland disturbances with poorer Mediterranean species support classification under *Quercion cocciferae*. The *Daphne gnidioides-Quercus coccifera* macchia on the Bencik Mountain was classified under the alliance *Quercion cocciferae* of *Quercetalia cocciferae* and *Quercetalia ilicis*. Such upland *Quercus coccifera* macchia and sclerophyllous forests were intensively subjected to phytosociological studies. However, most of them were not published, as shown in the supplementary material by Kavgacı et al. (2021). The identified associations of *Quercion cocciferae* in SW Türkiye were identified (Sağlam 2013; Karaköse and Terzioğlu 2021) and it can be seen that they include a different floristic composition than the one on the Bencik Mountain. They also appear on calcareous bedrock differently from the *Daphne gnidioides-Quercus coccifera* macchia since they prefer phyllite rocks. *Quercus coccifera* also has distributions in other parts of the Mediterranean basin beyond Türkiye, but represents a different syntaxonomical ranking (see Tsiourlis et al. 2009). Therefore, we decided to describe the *Daphne gnidioides-Quercus coccifera* macchia as a new association: *Daphno gnidioides-Quercetum cocciferae* Aytepe et Kavgacı ass. nova under *Quercion cocciferae*, *Quercetalia cocciferae*, and *Quercetalia ilicis*.

Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi is a regressive successional stage and as seen by the floristic composition, *Q. coccifera* appears as the only dominant species in this community. However, it represents local dominance, and the rest of the vegetation type shows open habitat character. The low distribution of *Q. coccifera* and the high presence of annual and ruderal plants indicate the grazing effect and degradation of upland *Q. coccifera* shrubland in the study area. The *Q. coccifera* communities are frequently subject to anthropogenic pressures such as fires, clearing, and overgrazing (Türkmen and Düzenli 2005), which result in a regressive ruderal vegetation type (Jasprica et al. 2016).

Since there is not sufficient knowledge on regressive successional stage ecosystems in the study regions and a specific assessment is required for them, a syntaxonomic classification has not been done for this vegetation type.

According to the syntaxonomical assessment carried out above, the syntaxonomical scheme is formed as follows:

Syntaxonomical scheme – Sintaksonomska shema

- Pinetalia halepensis* Bonari et Chytrý in Bonari et al. 2021
- Pinetalia halepensis* Biondi, Blasi, Galdenzi, Pesaresi et Vagge 2014
- Styraco officinalis-Pinion brutiae* Bonari et al. 2021
- Hymenocarpus circinnati-Pinetum brutiae* Aytepe et Kavgacı ass. nova (Holotypus: Table 1, relevé: 2)
- Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex A. Bolòs et O. de Bolòs in A. Bolòs y Vayreda 1950
- Quercetalia cocciferae* Zohary 1955
- Quercion cocciferae* Zohary 1955.
- Daphno gnidioides-Quercetum cocciferae* Aytepe et Kavgacı ass. nova (Holotypus: Table 1, relevé 9)
- Erico-Pinetalia* Horvat 1959
- Erico-Pinetalia* Horvat 1959 nom. conserv. propos.
- Adenocarpus-Pinion pallasianae* Quézel, Barbero et Akman 1993
- Vicio lathyroides-Pinetum pallasianae* Aytepe et Kavgacı ass. nova (Holotypus: Table 1, relevé: 24)
- Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968
- Populetalia albae* Br.-Bl. ex Tchou 1949 nom. conserv. propos.
- Platanion orientalis* I. Kárpáti et V. Kárpáti 1961
- Nerio oleandri-Platanetum orientalis* Kárpáti and Kárpáti 1961
- Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi* regressive successional stage

The appearance of different forest and shrubland communities in a very narrow area in the study site indicate high vegetation diversity in the region. In addition to the endemism, the occurrence of endangered species in the area also shows the diversity and how vulnerable it is. The regressive successional community can be accepted as the indication of the level of vegetation degradation in the area. Therefore, the sensibility of the vegetation diversity in the region must be taken into account during forest, land management and nature conservation studies.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

We thank Prof. Dr. Andraz Čarni for the comments and suggestions on the text, Prof. Dr. Ergun Kaya for the language correction, and Prof. Dr. Željko Škvorc for the Croatian translation.

STATEMENTS AND DECLARATIONS

IZJAVE I DEKLARACIJE

H.A.A. conceived of the idea and carried out vegetation studies; H.A.A. and A.K. performed the statistical analyses; HAA and AK wrote the manuscript. No funding was received for conducting this study. The corresponding authors declare that there is no conflict of interest.

REFERENCES LITERATURA

- Akman, Y., 1995: Forest Vegetation of Turkey, TR: Ankara University Publications, 450 p, Ankara (in Turkish).
- Akman, Y., L. Kurt, E. Demiryürek, P. Quézel, F. Kurt, H. Evren, M. Kucukoduk, 1998: Les groupements a *Pinus brutia* sur roches ultra-basiques et calcaires, dans la région de Marmaris et Bodrum (Mugla) a l'étage thermo-méditerranéen du sud-ouest Anatolien (Turquie), *Ecologia Mediterranea*, 24(1): 63–71 (in French).
- Anonymous, 1998: Mugla Province Land Asset, T. C. Prime Ministry General Directorate of Rural Services Publications, Ankara, 132 p (in Turkish).
- Ayaşlıgil, Y., 1987: Der Köprülü Kanyon Nationalpark. seine Vegetation und ihre Beeinflussung durch den Menschen Landschaftsökologie, *Landschaftsökologie Weihenstephan Freising*.
- Bekat, L., 1987: The vegetation of Mount Barla (Eğirdir), *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 11: 270–305 (in Turkish).
- Bergmeier, E., H. Walentowski, C. Güngöroğlu, 2018: Turkish forest habitat types an annotated conspectus based on the EU habitats directive with suggestions for an upgrade, In: Güngöroğlu C. (Ed.) Practicability of EU Natura 2000 concept in the forested areas of Turkey, TR: Turkey Foresters' Association, pp. 134–292, Ankara.
- Bonari, G., G. F. Fernández, S. Çoban, T. Monteiro-Henriques, E. Bergmeier, Y.P. Didukh, F. Xystrakis, C. Angiolini, K. Chytrý, A.T. Acosta, E. Agrillo, J.C. Costa, J. Danihelka, S. M. Hennekens, A. Kavgacı, I. Knollova, C. S. Neto, C. Sağlam, Ž. Škvorc, et al., 2021: Classification of the Mediterranean lowland to submontane pine forest vegetation, *Appl Veg Sci*, 24 :e12544, <https://doi.org/10.1111/avsc.12544>
- Blassi, C., S. Burrascano, 2013: The role of plant sociology in the study and management of European forest ecosystems, *iForest-Biogeosciences and Forestry*, <https://doi.org/10.3832/for0913-006>
- Braun-Blanquet, J., 1932: Plant Sociology, McGraw-Hill book company, New York, USA.
- Čarni, A., N. Juvan, P. Košir, A. Marinšek, A. Paušič, U. Šilc, 2011: Plant communities in gradients, *Plant Biosystems*, 145: 54–64, <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602730>
- Čarni, A., V. Matevski, M. Kostadinovski, R. Čušterevska, 2018: Scrub communities along a climatic gradient in the southern Balkans: maquis, pseudomaquis and shibljak., *Plant Biosystems*, 152: 1165–1171, <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1435567>
- Chytrý, M., L. Tichý, J. Holt, Z. Botta-Dukát, 2002: Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures, *Journal of Vegetation Science*, 13: 79–90, <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Chytrý, M., S. M. Hennekens, B. Jiménez-Alfaro, I. Knollová, J. Dengler, F. Jansen et al., 2016: European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots, *Applied Vegetation Science*, 19(1): 173–180, <https://doi.org/10.1111/avsc.12191>
- Chytrý, M., L. Tichý, S. M. Hennekens, I. Knollová, J. A. M. Jansen, J. S. Rodwell et al., 2020: EUNIS habitat classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats, *Applied Vegetation Science*, 23(4): 648–675. <https://doi.org/10.1111/avsc.12519>
- Çinbilgel, İ., M. Gökçeoglu, 2010: The vegetation of Altınbeşik Cavern National Park (İbradı-Akseki/Antalya-Turkey), *A Syn-ecological Study*, *Spanish Journal of Rural Development*, 1(2):1–17
- Çoban, S., W. Willner, 2019: Numerical classification of the forest vegetation in the Western Euxine Region of Turkey, *Phytocoenologia*, 49: 71–106, <https://doi.org/10.1127/phyto/2018/0274>
- Davis, P. H., 1965–1982: Flora of Turkey and East aegean Islands, 1–9, Edinburgh University Press Edinburgh
- Davis, P. H., R. R. Mill, K. Tan (ed), 1988: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 10 UK: Edinburgh University Press Edinburgh
- Ekim, T., Koyuncu. M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000). Red Book of Turkish Plants. Publication No: 18, Ankara, 246p.
- Fontaine, M., R. Aerts, K. Özkan, A. Mert, S. Gülsoy, H. Suel, M. Waelkens, B. Muys, 2007: Elevation and exposition rather than soil types determine communities and site suitability in Mediterranean mountain forests of southern Anatolia, Turkey, *Forest Ecology and Management*, 247: 18–25.
- Gemici, Y., 1988: Vegetation of Akdağ (Afyon-Denizli) and its environs, *Doğa Turkish Botanical Journal*, 12: 8–57 (in Turkish).
- Güner, A. (ed), 2012: Turkey Plants List, ANG/Nezahat Gökyiğit Botanical Garden, İstanbul Turkey (in Turkish).
- IUCN, (2003). Red List Categories: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland.
- Jasprica, N., Ž. Škvorc, K. Dolina, M. Rušćić, S. Kovačić, J. Franjic, 2016: Composition and ecology of the *Quercus coccifera* L. communities along the eastern Adriatic coast (NE Mediterranean), *Plant Biosystems*, 150(6): 1140–1155, <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2014.1001461>
- Karaköse, M., S. Terzioğlu, 2021: Numerical classification and ordination of Finike (Antalya) Forest vegetation, *Biologia*, 76: 3631–3645 <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00910-x>
- Kargioğlu, M., A. Tatlı, 2005: A phytosociological research on the forest vegetation of Yandağ (Isparta-Turkey), *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8: 929–939.
- Kárpáti, I., 1962: Überblick der zöologischen und ökologischen Verhältnisse der Auenwälder des Westbalkans, *Mitt Ostalp-Din Pflanzensoz Arbeit*, 2: 101–106.
- Kayan, İ., 1979: Geomorphology of Muğla-Yatağan Environment, Associate Professor Thesis, Ankara University Faculty of Language History and Geography, Ankara, (in Turkish).
- Kavgacı, A., U. Şilc, S. Başaran, A. Marinšek, M. A. Başaran, P. Košir et al., 2017: Classification of plant communities along postfire succession in *Pinus brutia* (Turkish red pine) stands in Antalya (Turkey), *Turkish Journal of Botany*, 41: 299–307, <https://doi.org/10.3906/bot-1609-34>
- Kavgaç, A., N. Balpınar, H. H. Öner, M. Arslan, G. Bonari, M. Chytrý, A. Čarni, 2021: Classification of forest and shrubland vegetation in Mediterranean Turkey, *Applied Vegetation Science*, 24: e12589, <https://doi.org/10.1111/avsc.12589>
- Ketenoglu, O., G. N. Tuğ, U. Bingol, F. Geven, L. Kurt, K. Güney, 2010: Synopsis of syntaxonomy of Turkish forests, *Journal of Environmental Biology*, 31:71–80.
- Kurt, L., A. O. Ketenoglu, Y. Akman, E. Özdeniz, F. Şekerciler, A. Bölükbaşı, B. G. Özbey, 2015: Syntaxonomic Analysis of The Preforest and Forest Vegetation in The Thermo-and Eumedi-

- terranean Zone Around Antalya Gulf. Turkey, Turk J Bot 39: 487-498
- Meteorology General Directorate, 2018: Temperature, precipitation, humidity and wind values of Muğla Center between 1968-2017 Muğla, 48 p, (in Turkish).
 - Mucina, L., H. Bültmann, K. Dierßen et al., 2016: Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities, Appl Veg Sci, doi:10.1111/avsc.12257
 - Özel, N., 1996: Studies on Vegetation of Beşparmak Mountains and Dilek Peninsula, 1st ed. İzmir Turkey: Aegean Forestry Research Directorate Technical Bulletin Series, (in Turkish).
 - Preislerova, Z., B. Jiménez-Alfaro, L. Mucina et al., 2022: Distribution maps of vegetation alliances in Europe, Applied Vegetation Science, DOI: 10.1111/avsc.12642
 - Quézel, P., M. Barbero, Y. Akman, 1992: Typification of syntaxa described in the eastern Mediterranean region (in French), Ecologia Mediterranea, 18: 81-87
 - Sağlam, C., 2007: The forest and shrub vegetation of Davras Mountain and surroundings (Isparta), Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science, 11: 140-157. <https://doi.org/10.19113/sdufed.62447>, (in Turkish)
 - Sağlam, C., 2013: A phytosociological study of the forest, shrub, and steppe vegetation of Kızıldağ and environs (Isparta, Turkey), Turk J Bot, 37: 316-335. doi:10.3906/bot-1205-46
 - Serin, M., 1996: The vegetation of eastern part of Dedegöl (Anamas) Mountain and Kurucuova-Yeşildağ (Beyşehir-Konya) and its surroundings, Selçuk University Faculty of Science Journal of Science, 13:28-49 (in Turkish).
 - Theurillat, J-P., W. Willner, F. FernándezGonzález, H. Bültmann, A. Čarni, D. Gigante, L. Mucina, H. Weber, 2021: International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition, Appl Veg Sci, 24: e12491. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
 - Tichý, L., 2002: JUICE software for vegetation classification, Journal of Vegetation Science, 13: 451-453.
 - Tichý, L., M. Chytrý, 2006: Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size, Journal of Vegetation Science, 17(6): 809. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2006.tb02504.x>
 - Tsiourlis, G., P. Konstantinidis, P. Xofis, 2009: Syntaxonomy and synecology of *Quercus coccifera* Mediterranean shrublands in Greece, Journal of Plant Biology, 52: 433-447.
 - Türkmen, N., A. Düzenli, 2005: Changes in floristic composition of *Quercus coccifera* macchia after fire in the Çukurova region (Turkey), Ann Bot Fenn, 42: 453-460.
 - Uğurlu, E., J. Roleček, E. Bergmeier, 2012: Oak woodland vegetation of Turkey a first overview based on multivariate statistics, Applied Vegetation Science, 15: 590-608. 10.1111/j.1654-109X.2012.01192.x.
 - Vural, M., H. Duman, A. Güner, A. A. Dönmez, H. Şağban, 1995: The Vegetation of Köyceğiz-Dalyan (Muğla) Specially Protected Area, Turk J Bot, 19: 431-476.

SAŽETAK

Ova studija provedena je kako bi se utvrdili raznolikost vegetacije i ekološki gradijenti na planini Bencik u jugozapadnoj Anatoliji (Turska), koja je žarište raznolikosti biljaka. Terensko uzorkovanje provedeno je u skladu s metodologijom Braun-Blanqueta. Za klasifikaciju biljnih zajednica korištena je hijerarhijska klaster analiza. Ekološka interpretacija definiranih zajednica provedena je metodom nemetričkog višedimenzionalnog skaliranja s pasivnom projekcijom topografskih varijabli. Identificirano je pet biljnih zajednica koje pripadaju različitim tipovima vegetacije (šuma, makija i regresivna sukcesivna faza). Osim gariga, ostali tipovi vegetacije opisani su na razini asocijacije, od čega su tri opisane po prvi puta. Šume u kojima dominira bor predstavljene su asocijacijama *Hymenocarpus circinnati-Pinetum brutiae* unutar sveze *Styraco officinalis-Pinion brutiae* (*Pinetalia halepensis*, *Pinetalia halepensis*) i *Vicio lathyroidis-Pinetum pallasianae* unutar sveze *Adenocarpus-Pinion pallasianae* (*Erico-Pinetalia*, *Erico-Pinetalia*). Obje su nove asocijacije. Poplavna područja predstavljena su asocicijom *Nerio oleandri-Platanetum orientalis* unutar sveze *Platanion orientalis* (*Populetales albae*, *Alno glutinosae-Populetales albae*). Makija je predstavljena asocicijom *Daphno gnidiois-Quercetum cocciferae*, novom asocicijom koja pripada svezi *Quercion cocciferae* (*Quercetalia cocciferae*, *Quercetalia ilicis*). Regresivna sukcesivna faza je predstavljen zajednicom *Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlaspi*, koja je rezultat pretjerane ispaše i intenzivne ljudske upotrebe makije vrste *Quercus coccifera*. Floristička diferencijacija vegetacije na području istraživanja značajno je povezana s topografskim varijablama (nadmorska visina i ekspozicija). Ova studija ne samo da ukazuje na raznolikost vegetacijskog bogatstva na istraživanom području i njegovu vrijednost za očuvanje prirode, već također daje važan doprinos razumijevanju mediteranske vegetacije u Turskoj.

KLJUČNE RIJEČI: Planina Bencik, klasifikacija, Mediteran, ordinacija, Turska, vegetacija

Tablica 1. Vegetacijska tablica planine Bencik. Vegetacijske snimke poredane su prema klasterskoj analizi prikazanoj na slici 2; Brojevi skupina odgovaraju vegetacijskim tipovima: 1. *Hymenocarpus circinnati-Pinetum brutiae*, 2. *Daphno gnidiosis-Quercetum cocciferae*, 3. *Nerio oleandri-Platanetum orientalis*, 4. *Vicio lathyroidis-Pinetum pallasianae*, 5. *Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlasi community*.

Tablica 1. Vegetacijska tablica planine Bencik. Vegetacijske snimke poredane su prema klasterskoj analizi prikazanoj na slici 2; Brojevi skupina odgovaraju vegetacijskim tipovima: 1. *Hymenocarpus circinnati-Pinetum brutiae*, 2. *Daphno gnidiosis-Quercetum cocciferae*, 3. *Nerio oleandri-Platanetum orientalis*, 4. *Vicio lathyroidis-Pinetum pallasianae*, 5. *Aegilops triuncialis-Clypeola jonthlasi community*.

Running number / Tekući broj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Tekuci broj Kvadrata	1	2	3	4	5	18	19	20	21	22		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		38	39	40	49	50	23	24	25	47	48	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	41	42	43	44	45	46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Group number / Broj skupine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Size of quadrat / Velikina kvadrata (m²)	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900		256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256		256	256	256	256	256	900	900	900	900	900	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Elevation / Nadmorska visina (m)	647	704	550	771	693	754	1094	1068	887	967		663	693	709	706	670	675	716	726	719	729	738	748		563	560	565	529	501	1231	1260	1320	1344	1318	(396	1375	1373	1372	1372	1372	1385	1386	1390	1387	1299	1358	1370	1380	1370	1375																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Exposure / Orijentacija terena	SE	W	SW	N	SW	N	NW	N	NW	E		NE	N	N	NE	N	E	E	E	S	S	E		S	S	S	S	S	NW	NW	NW	NW	NW	S	S	S	S	S	E	N	N	N	N	W	NE	E	E	N	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Inclination / Nagib (°)	45	30	45	30	30	45	30	10	10	45		10	10	10	30	30	10	10	5	5	30	5	15		5	5	5	5	5	30	30	30	45	30	45	45	45	5	5	5	5	10	5	10	5	10	20	30	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Coverage total / Ukupna pokrovnost (%)	80	70	80	80	90	95	90	75	80	95		90	75	70	75	85	70	85	90	80	90	80	70		70	60	70	70	80	80	80	70	80	70	80	80	80	80	90	90	90	90	70	70	60	70	80	70	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Coverage of trees / Pokrovnost drveća (%)	80	70	80	85	90	90	75	80	70		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		70	60	70	30	45	70	60	75	80	70	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10	10	-	3	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Height of trees / Visina drveća (m)	30	30	20	25	20	20	25	25	25	25		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		25	20	15	10	20	25	25	15	15	15	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	0.1	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Coverage of shrubs / Pokrovnost grmlja (%)	55	20	20	25	20	60	50	15	25		90	75	70	75	85	70	85	90	80	90	80	70		50	50	50	70	45	5	5	5	10	5	60	80	80	5	-	-	80	25	30	90	70	-	60	40	60	50	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Height of shrubs / Visina grmlja (m)	2.5	1	1	1.5	2	4	2	2.5	2	2.5		6	0.6	0.5	0.5	6	5	3	2	2	1.5	1	2		3	3.5	3	6	5	0.1	0.1	3	0.2	15	0.4	2	1.5	0.1	-	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	-	1	1	0.5	0.4	0.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Coverage of herbs / Pokrovnost prizemnog rasća (%)	75	40	50	40	30	90	50	30	30	95		20	30	60	30	20	50	30	20	30	10	10	10		60	40	5	15	20	80	70	20	10	10	80	90	80	80	70	90	85	90	80	90	70	50	70	80	70	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Height of herbs / Visina prizemnog rasća (m)	1.1	1	1	1	1	0.8	0.6	0.8	1	1		1	1	1	1	1.5	1	1.5	1	1	1	1	0.7		1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Latitude / Zemljopisna širina																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

[illegible]

POVIJEST OBNOVE ŠUMA HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ

HISTORY OF PEDUNCULATE OAK FOREST REGENERATION IN CROATIA

Igor ANIĆ^{1*}

SUMMARY

Povijesnim slijedom analizirane su metode obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj: obnova prašuma, obnova šuma nepotpunom oplodnom sječom, obnova šuma dovršnom sječom s petogodišnjom predzabranom, šumsko-poljsko gospodarenje, obnova šuma oplodnom sječom, obnova šuma prevođenjem sastojinskog oblika i obnova šuma oplodnom sječom na malim površinama u obliku pruga i krugova.

Zajednički nazivnik većine metoda je prirodna odnosno prirodi bliska obnova šuma pod zastorom krošanja starih (matičnih) stabala. To je važno povijesno obilježje gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i glavni razlog njihove velike prirodnosti. Očuvanju prirodnosti i kvaliteti šuma hrasta lužnjaka neposredno je pridonijelo uvođenje načela zagrebačke škole uzgajanja šuma u prvoj polovici 20. stoljeća.

KLJUČNE RIJEČI: uzgajanje šuma, obnova šuma, povijest šumarstva, hrast lužnjak, *Quercus robur* L.

UVOD INTRODUCTION

Obnova šuma hrasta lužnjaka oduvijek je važno pitanje hrvatskog šumarstva. Već na prvoj sjednici Skupštine Hrvatskog šumarskog društva održanoj 26. prosinca 1846. predložena je rasprava „kako postupati sa starim hrastovim sastojinama izvrnutim poplavama da nakon sječe bude osiguran pomladak i da li bi bilo dobro na neizvjesno vrijeme odložiti sječom hrastova starih 200 – 300 godina, suhovećim ali s dobrim urodom žira, koji osigurava dobar dohodak i kako da se s ovakvim sastojinama dalje postupa” (Piškorić 1996).

Obnova šuma hrasta lužnjaka danas zaokuplja pozornost hrvatskog šumarstva jer je opterećuju narušena struktura šuma zbog vjetroloma i vjetroizvala uzrokovanih učestalim ljetnim olujama, narušena struktura sastojina zbog odumiranja stabala hrasta lužnjaka i poljskog jasena, slab urod žira, nedostatak šumskog reprodukcijskog materijala (žira,

sadnica), velika populacija divlje svinje, rast temperature zraka, nizovi sušnih vegetacijskih razdoblja, nagle promjene dinamike podzemne i poplavne vode te slabljenje vitaliteta stabala zbog višegodišnjeg utjecaja hrastove mrežaste stjenice.

Postavlja se pitanje kako obnovu šuma prilagoditi takvim uvjetima. Kako bismo na pronašli odgovor analizirane su povijesnim slijedom metode obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj: obnova prašuma, obnova šuma nepotpunom oplodnom sječom, obnova šuma dovršnom sječom s petogodišnjom predzabranom, šumsko-poljsko gospodarenje, obnova šuma oplodnom sječom, obnova šuma prevođenjem sastojinskog oblika i obnova šuma oplodnom sječom na malim površinama u obliku pruga i krugova. Obnova prašuma uključena je kao najstariji način obnove šuma koji se u prirodi odvijao prije većeg naseljavanja. Analiza je provedena na primjeru šuma hrasta lužnjaka jugoistočne Slavonije jer je za njih sačuvana opsežna arhivska građa. Iste

¹ Akademik Igor Anić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

*e-mail: ianic@sumfak.hr

metode su se upotrebljavale u ostalim šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj.

Povijest obnove šuma hrasta lužnjaka može se istraživati iz različitih izvora: znanstvenih i stručnih radova, osnova gospodarenja, starih fotografija, zakona i propisa kao što su instrukcije, naredbe, naputci i pravilnici. Najopsežniji izvor informacija svakako su stručni i znanstveni radovi kojima obiluje hrvatska šumarska bibliografija. Posebice vrijedni izvori su časopisi *Šumarski list* koji izlazi u kontinuitetu od 1877. i *Glasnik za šumske pokuse* od 1926. godine. Njihove cjelokupne arhive dostupne su na internetskim stranicama izdavača Hrvatskog šumarskog društva odnosno Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Prvi rad o obnovi šuma hrasta lužnjaka u *Šumarskom listu* objavio je 1884. Josip Kozarac pod naslovom „K pitanju pomladivanja posavskih hrastika”. Prvi broj *Glasnika za šumske pokuse* posvećen je uzrocima i posljedicama odumiranja hrasta lužnjaka.

Osim radova u časopisima, važan izvor informacija su osnove gospodarenja. Prve nama dostupne osnove gospodarenja za šume hrasta lužnjaka izradili su zamjenik nadšumara Pressler za šume Gradiške imovne općine (1874., revidirao nadšumar Ferdinand Zikmundovsky 1876.) i nadšumar Mijo Radošević (1875.) za šume Brodske imovne općine. Prvo uređivanje šuma za državne šume kojima je gospodario Carski i Kraljevski šumarski ured u Vinkovcima provedeno je u razdoblju od 1881. do 1882. godine (Lucarić 1974, Baranac 1933, Zikmundovsky 1877).

Najstariji propisi koji su nam bili na raspolaganju potječu iz doba nastanka hrvatskog šumarstva polovicom 18. stoljeća: *Instrukcija za buduće upravljanje i čuvanje šume Vojne krajine u Slavoniji i ponašanje šumara koji će za to biti postavljeni* (1755.) te *Šumski red Marije Terezije* (1769.). Tijekom 19. stoljeća problematiku su regulirali austro-ugarski *Šumski zakon* (donesen 1852., u Provincijalu Hrvatske vrijedio od 1858., u Vojnoj granici od 1860.), zakon o diobi šuma pod nazivom *O ustanovah za odkup (izlučenje) prava na drvlje, pašu i uživanje šumskih proizvoda, što krajiški stanovnici imaju u državnih šumah, ležećih u Vojnoj krajini* (1871.), zatim *Privremena naredba o upravi, gospodarenju i uživanju općinskih šumah u kraljevinah Hrvatskoj i Slavoniji* (1871.), *Zakon o imovnim općinama u hrv.-slav. vojnim krajinama* (1873.), *Naputak za izmjeru, procjenu i uređenje gojitbe šuma imovnih općina* (1881.) i *Zakon kojim se uređuje stručna uprava i šumsko gospodarenje u šuman stojećih pod osobitim javnim nadzorom* (1894.). U prvoj polovici 20. stoljeća to su *Naputak za sastavak gospodarstvenih osnova odnosno programa* (1903.), *Zakon o šumama* (1929.) i *Uputstva za uređivanje državnih šuma* (1931.). U drugoj polovici 20. stoljeća problematiku su regulirali zakoni o šumama iz 1947., 1949., 1961., 1967., 1977., 1983. i podzakonski propisi *Privremena uputstva za inventarizaciju šuma* (1946.), *Opća uputstva za uređivanje šuma* (1948.), *Uredba o organizaciji šumarstva* (1960.), *Pravilnik o izradi šumskoprivrednih osnova, osnova gospodarenja*

šumama i programa za unapređenje šuma (1968.) i *Pravilnik o načinu izrade šumskogospodarske osnove područja, osnove gospodarenja gospodarskim jedinicama i programa za gospodarenje šumama* (1981.). Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske važni su zakoni o šumama doneseni 1990., 2005. i 2018. godine te pravilnici o uređivanju šuma 1994., 1997., 2006., 2015. i 2018. godine. Osim toga, uvid u morfologiju sastojina i obnovu starih hrastika krajem 19. i početkom 20. stoljeća omogućila je zbirka fotografija vinkovačkog fotografskog studija *Etienne*.

OBNOVA PRAŠUMA REGENERATION OF VIRGIN FORESTS

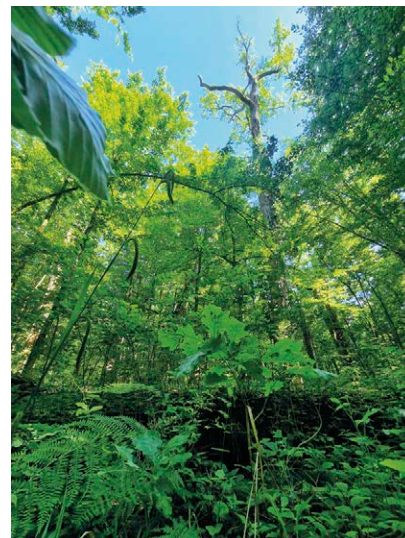
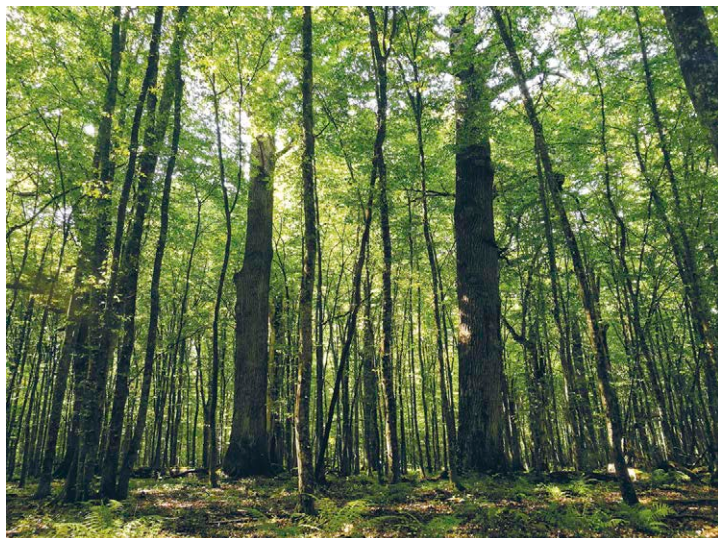
Šuma hrasta lužnjaka u Slavoniji u 18. stoljeću bilo je u izobilju. Putopisac Taube (1777./1778.) piše o tome u svom izvješću: „Ako se izuzme Srijemsko vojvodstvo koje oskudijeva na drvetu te neke krajeve u Slavoniji, onda je sav preostali dio obuhvaćen ogromnom, skoro neprekidnom hrastovom šumom, u kojoj se vrlo često može naći izvrsna drvena građa za brodogradnju. Hrastovi imaju neobično lijepi i vitki rast te vrlo zdravo deblo. Oni su često tako visoki i uspravni kao jele te svjedoče o velikoj plodnosti tla.” Prema Raušu (1973), šumovitost Slavonije u to doba je iznosila 70 %.

Šuma je imala izgled prašume u kojoj su najstarija stabla dostupno, sama od sebe, obično u grupama, padala i na njihovu se mjestu dizala nova generacija šume (Anić 1971). Obnova šuma bila je **prirodna, iz sjemena, malopovršinska, dugotrajna i slučajna**. Uspijevala je gdje se obilan urod žira podudarao s prekidom sklopa odraslih stabala. Tamo gdje je sklop odraslih stabala ostao zatvoren, ponik i pomladak ne bi preživjeli zbog slabog osvjetljenja. Optimalni uvjeti za njihovo preživljenje i razvoj ostvareni su na progalama i plješinama nastalima nakon pada odraslih stabala.

Posljedica takvog načina obnove šuma bila je raznodobna struktura prašume. Danas se to može uočiti u našoj jedinjoj prašumi hrasta lužnjaka u Prašniku. Dendrokronološka istraživanja Mikca i dr. (2018) utvrdila su u toj prašumi tri generacije odraslih hrastovih stabala. Najstarija stabla u dobi 250 – 300 godina rastu stabilnično raspoređena po površini, stabla u dobi 150 – 200 godina rastu u skupinama, a stabla u dobi 60 – 70 godina rastu u skupinama i malim grupama.

OBNOVA ŠUMA NEPOTPUNOM OPLODNOM SJEČOM FOREST REGENERATION BY INCOMPLETE SHELTERWOOD FELLING

Razdoblje jačeg naseljavanja i antropizacije počelo je oslobođenjem od Turaka i potpisivanjem mirovnog ugovora u Srijemskim Karlovcima 1699. kad je Slavonija sa zapadnim dijelom Srijema pripala Habsburškoj Monarhiji. Hrastike i odnos čovjeka prema njima u tom razdoblju opisao je Anić (1971): „Vlast je od doseljenika 1702. na tom području or-



Slika 1a–b. Prašuma hrasta lužnjaka Prašnik kod Okučana: a) gusta podstojna etaža običnoga graba onemogućuje prirodnu obnovu hrasta, b) prirodna obnova hrasta na progali. Foto: D. Trlin

Figure 1a–b. Virgin forest of pedunculate oak in Prašnik near Okučani: a) dense understorey of common hornbeam prevents natural regeneration of oak; b) natural regeneration of oak in canopy gap. Photo: D. Trlin.

ganizirala Vojnu granicu u kojoj je država sve kontrolirala. Vojna uprava davala je iz šuma potrebno drvo i dozvoljavala žiteljima pašu. **Od toga vremena prašume hrasta lužnjaka postupno gube izvorna obilježja.** Rastom ljudske populacije i stvaranjem gušćih naseobina sve se više razvijalo stočarstvo koje postaje najvažnija grana slavonskog gospodarstva. Svinje se u šumi hrane žirom, stoka brsti pomladak i sprječava pomlađivanje šume. Odraslo drveće raste do krupnih dimenzija i šuma postupno poprima jednodobni izgled. Utjecaj čovjeka i stoke bio je veći u sastojinama bliže naseljima. Postajale su sve rjeđe, a stabla niža i granatija. Često ih je bilo samo 20 – 30 po hektaru, u dobi 200 – 300 godina. U predjelima udaljenim od naselja sastojina je bila bolje sačuvana. Bilo je više od 70 odraslih hrastovih stabala po hektaru. Sklop je bio potpuniji, a debla dugačka i ravna.”

Obnovu šuma u tom razdoblju Kozarac (1897) je opisao ovim riječima: „Dok posavske hrastove šume niesu još među državom i obćinama razdieljene bile, pomlađivale su iste većim dielom putem preborne sječe, samo neznatni popravci obavljani su sjetvom pod motiku. U tu svrhu bila je stanovita šumska površina – oko 300 – 500 jutara velika – pod zabranu stavljena, te se je na istoj godišnja potreba na ogrievu i gradji pravoužitnikom putem priebora izdavala. Počelo se dakako sa šumama, koje su najbliže do sela bile, te je bilo u principu (koji se ipak nije svagdje točno obdržavao), da se najprije povadi biela šuma: jasen, briest, grab, a zatim hrastovi. To vadenje na tako ograničenoj površini trajalo je 10 – 15 godina, a prema tomu trajalo je isto tako dugo i naravno pomlađivanje; pošto je pako biela šuma najprvo izvadjena, to se je sav podmladak sastojao mal ne iz čistog hrastika. Na taj način su postali sadašnji 30 – 70 godina stari hrastići, u kojima se nalazi 80 – 90 % hrastovine, a jedva 20 – 10 % biele šume.”

Gledano s današnjeg stajališta, bila je to **nepotpuna oplodna sječa u dva sijek** (**pripremni i dovršni sijek**), u **pomladnom razdoblju 10 – 15 godina** (Matić 1996). Postupak je u početku obuhvatio veliku površinu, a dovršavao se na malim površinama. Priprema staništa podrazumijevala je zabranu ugonu stoke. Vađenje *bijele šume* odnosno hrastovih pratilica je imalo učinak pripremnog sijeka. Slijedilo je napludno razdoblje u trajanju 10 – 15 godina tijekom kojeg bi se pomladak hrasta razvio na manjim površinama, ovi-



Slika 2. Šuma Merolino, Brodska imovna općina, 19./20. stoljeće. Stara sastojina hrasta lužnjaka prije dovršnog sijeka. Stabla ostalih vrsta drveća su posječena 10–15 godina ranije. Hrastov mladi naraštaj u međuvremenu se razvio u mladik. Foto: Etienne, Vinkovci, preuzeto iz Tonković i dr. (1996)

Figure 2. Merolino forest, Brod Estate Community, 19th/20th century. An old pedunculate oak stand before the final felling. The other tree species were cut down 10–15 years earlier. In the meantime, the oak's young growth has developed into saplings. Photo: Etienne, Vinkovci, from Tonković et al. (1996).

sno o urodu žira i sklopu odraslih stabala. Naplodnja žirom nije bila upitna jer su hrastovi obilato rađali već oko 80. – 100. godine, a rađali su tim prije i bolje što je obrast bio manji. Djelomičan urod žira dogodio se svake 2 – 4 godine, a obilan svakih 5 – 8 (Petračić 1931). Nakon toga, hrastova stabla su prebirana ovisno o godišnjim potrebama korisnika šume i ovlaštenih kupaca zbog čega Kozarac sječu naziva *priebornom*. To je imalo učinak dovršnog sijeka na malim površinama, ovisno o rasporedu starih hrastovih stabala i pojavi pomlatka. Takav način obnove šuma pogodio je nastanku čistih sastojina hrasta lužnjaka.

Obnova šuma bila je slaba na mjestima gdje su rasli prestari hrastovi suhih vrhova koji su slabije urodili žirom. Prema Kozarcu (1886), ono malo što urode dijelom su pojele životinje koje se njime hrane, dijelom se uništilo u stajačoj vodi dok je samo najmanji dio proklijao. Zato bi se na ponekoj većoj sječini šuma obnovila sadnjom žira pod motiku, uz vojnički nadzor.

OBNOVA ŠUMA DOVRŠNOM SJEČOM S PETOGODIŠNJOM PREDZABRANOM FOREST REGENERATION BY FINAL FELLING FOLLOWING FIVE-YEAR BAN ON DRIVING CATTLE

Drugu polovicu 19. stoljeća obilježava intenzivna komercijalna eksploatacija starih hrastika za proizvodnju bačvarске građe, građevnog drva, brodograđevnog drva, pilanskih proizvoda i potaše. Bilo je to doba vojno-političkog preustroja Hrvatske. Vojna granica ukinuta je 1871., a šume su podijeljene na državne i imovnoopćinske 1873. godine. Godine 1871. izdvojeno je od najljepših i najzdravijih starih hrastovih šuma u području brodske i petrovaradinske pukovnije 17.264 hektara. Šume su dobile ime *Šume krajiške investicione zaklade*. Čitav kompleks planirao se posjeći do 1897., tj. za 25 godina s time da se novac upotrijebi za izgradnju državnih cesta i željeznice, nasipa uz Savu, isušivanje Posavine, podizanje škola i pošumljavanje krša. Međutim, zbog sloma na Bečkoj burzi 1893. ugovor nije ispunjen. Do tada je posječeno 1425 ha starih hrastika (Anić 1971).

Obnova šuma u tom razdoblju obavljala se na velikim površinama, metodom koju Kozarac (1897) naziva *čista sječa s petogodišnjom predzabranom*: „Poslje razdiobe šuma između države i občina, uvedeno je u državnom dielu tih šuma novo gospodarenje: umjesto preborne sječe, došla je čista sječa sa pet godišnjom predzabranom. S jedne strane ta okolnost, a s druge opet ona već gore pomenuta, da su naime šume bliže ležeće selima i usljed toga na uzvišenijem položaju nalazeće se pripale občinama, dočim je niže ležeća sredina mal'ne u neprekidnoj suvislosti u kompleksih od 12.000 – 70.000 rali pripala državi, – s jedne strane dakle čiste sječa bez predhodnog vadjanja biele šume, s druge strane niži, poplavi većma izvrženi položaj, napokon i ogro-

mnost sječina, ponajpače onih u šumah investicijske zaklade, – sve je to doprinijelo, da su prve na taj način nastale državne zabrane bile više jasenove, nego li hrastove. Bilo je doduše i hrastića u njima, ali brže rastuća jasenovina sakrila ih je posvema tako, da su se oku pokazivale samo poput konoplje vitke jasenove šibe.”

Partaš (1898) je metodu nazvao *obnova šuma oplodnom sječom uz petogodišnju prezabranu* jer „hrast u prvih godina podnosi djelomični zastor, pa je prijatelj onakove oplodne sječe, kakova je i u naših slavonskih hrastih običajna i koju mnogi drže za čistu sječom, nu koja je doista oplodna sječa. To je pomladivanje uz 5-godišnju predzabranu a nakon toga sledi sječa hrastova, reducirana samo na dovršenu sječom, pošto ne bi imalo svrhe i onako riedke hrastove prozračivati i progalljivati. Mjesto prozračivanja i progalljivanja neka se izvade one vrsti drva, koje bi hrastovom pomladku smetale i u rastu ga previše priečile.”

Petračić (1931) je metodu nazvao *obnova šuma pod zastorom uz jednokratnu (potpunu) sječom* jer se „jednim dovršnim sijekom oslobađa od zastora pomladak koji se pojavio pod sjemenjacima tijekom petogodišnje zabrane ugona stoke”.

Metoda se upotrebljavala za obnovu starih slavonskih hrastika u dobi 200 – 300 godina s malim brojem stabala po hektaru (20 – 30) i progalljenim sklopom. Smilaj (1939) je detaljnije opisao njezinu primjenu u prvoj polovici 20. stoljeća, u posljednjim starim hrasticima: „Sastojina u kojoj se planirala sječa stavila se nekoliko godina (obično 5) prije dovršne sječe u predzabranu tj. zabranio se ulaz stoke u nju (nasuprot predzabrani, zabranom ili branjevinom se naziva novonastala sastojina u razvojnim stadijima pomlatka i mladika, dok je u njoj zabranjena paša). Obično se sastojina stavila u predzabranu u jesen one godine u kojoj je žir dobro rodio. Zbog progalljenog sklopa i predzabrane, pomladna površina je obrasla pitomim prizemnim raščem, listinac je rastvoren, a tlo postalo vlažno i mrvičasto. Time su osigurani preduvjeti na pomladnoj površini za klijanje žira. Stari hrastovi su unutar pet godina svakako jednom urodili žirom. Zbog predzabrane sav žir bi ostao na pomladnoj površini. Povrh žira napadao je listinac koji ga je prekrivao tijekom zime, što je bilo važno za slučaj zime bez snijega, da žir ne promrzne. Stari hrastovi su svojom transpiracijom čuvali ponik u proljeće od velike vlage i mraza, a tijekom ljeta od velike insolacije. Tome je pomoglo i prizemno rašće jer mladim hrastovim biljkama odgovara blaga zasjena trava i rijetkih krošanja odraslih hrastovih stabala. Kada je pomladna površina pomladena hrastom posijeku se stara stabla dovršnim sijekom. Ako u predzabrani ima uobičajenih pratilica hrasta u slavonskoj šumi – poljskog jasena, nizinskog brijesta i običnog graba – naplode te vrste drveća pomladnu površinu. Poljski jasen i nizinski brijest najuspješnije se pomlade ako je površina izvrgnuta poplavi



Slika 3. Šuma Jelje, Brodska imovna općina, prva polovica 20. stoljeća. Stara hrastova sastojina u predzabrani. Ograda od žice. Foto: Etienne, Vinkovci, preuzeto iz Tonković i dr. (1996)

Figure 3. Jelje forest, Brod Estate Community, the first half of the 20th century. An old oak stand in ban on driving cattle. Wire fence. Photo: Etienne, Vinkovci, from Tonković et al. (1996).

koja donosi fini mulj. Grabu odgovara povišeni teren. Kako vjetar može lagano sjeme ovih vrsta na daleko raznositi, to će površina njime biti dovoljno naplodena, ako u predzabrani bude samo nekoliko stabala ovih vrsta.”

Gdje je rezultat prirodne obnove bio slab prešlo se na umjetnu obnovu. Zbog toga su prve osnove gospodarenja propisivale količine žira za sadnju pod motiku. Primjerice, gospodarska osnova za šume Brodske imovne općine 1875. propisivala je posaditi pod motiku po jednom jutru 5 mirova, odnosno 307,55 l žira (1 mirov = 61,5 l). Preračunato po hektaru to iznosi 400 – 500 kg žira (1 l žira = 750 – 900 g). Gospodarska osnova za državne šume šumarije Vrbanja iz 1895. propisala je količinu i način sjetve žira (Dekanić 1974): „Pošumljenje čistina ima se produžiti, tamo gdje je to moguće, sijanjem žira za plugom odnosno sa međutimnim gospodarskim obrađivanjem inače, ali sijanjem žira na prireditim mjestima, 0,5 x 0,5 = 0,25 m² u razmaku od 1 do 1,5 metara tim načinom, da se na ovih mjestih travnasti i pustenasti sloj odstrani, ovo mjesto prekopa i zatim 4 – 5 zdrava žira zasadi. Ovaj način ima se također i kod podpunjivanja naravnega pomlatka na travnastom i pustenastom tlu, a osobito u već odraslim mladikovinama rabiti.”

Obnovu šuma dovršnom sječom s petogodišnjom predzabranom Kozarac (1886) je **kritizirao navodeći njezine glavne nedostatke**: prevelike sječine koje omogućuju zakorovljenje i zamočvarenje, držanje u zabrani sastojina s prestarim i suhovrhim stablima koja slabo ili nikako ne urode žirom, sklapanje štetnih ugovora koji omogućuju kupcima najprije posjeći hrastova stabla čime se omogućuje slobodno pomlađivanje jasena i brijesta te suvišak stajaće vode koja više pogoduje jasenu nego hrastu.

Kozarac (1886) je o svemu izvijestio stručnu javnost. Analizirajući uzroke širenja poljskog jasena umjesto hrasta u novonastalim sastojinama postavio je temelje tipologije nizinskih šuma. Raščlanio je nizinske šume s gospodarskoga (omjer smjese i drvnoga volumena) i sinekološkoga (mikroreljef, poplavna voda i vlažnost tla) stajališta u četiri grupe koje se, prema Raušu (1986), uglavnom **podudaraju s današnjim šumskim zajednicama** i gledištima silvidinamike:

1. Sastojine hrasta s primjesom graba, jasena i brijesta, gdje jasen i brijest ne prekoračuju 10 % ukupne drvene zalihe, a rastu većim dijelom na suhom tlu (s vegetacijskoga gledišta danas je to šumska zajednica hrasta lužnjaka s običnim grabom – *As. Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1971).

2. Sastojine u kojima jasen i brijest sudjeluju s 30 do 40 %, a hrast sa 60 do 70 %, gdje poplava traje godišnje prosječno pet do šest mjeseci s 1 – 2 m dubokom vodom (s vegetacijskoga gledišta danas je to šumska zajednica hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom – *As. Genisto elatae-Quercetum roboris* Horvat 1938).

3. Sastojine kod kojih je odnos jasena i hrasta u smjesi jednak, odnosno gdje jasen premašuje hrast, a rastu više na vlažnom nego na suhom tlu, u srednjem dijelu Posavine (Nova Gradiška) uz obalu Save (danas spadaju s vegetacijskoga gledišta djelomično u šumsku zajednicu hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, pretežno u šumsku zajednicu poljskog jasena s kasnim drijemovcem, *As. Leucojo aestivi-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959, a samo na nekim mjestima, u dolovima i zibovima, dolaze kao šumska zajednica crne johe s trušljikom, *As. Frangulo alni-Alnetum glutinosae* Rauš /1971/ 1973).

4. Čiste jasenove sastojine s pokojim hrastom koje rastu na mokrim tlima i koje su često poplavljene (s vegetacijskoga gledišta danas je to šumska zajednica poljskoga jasena s kasnim drijemovcem).

Prema toj raščlambi Kozarac je preporučio uzgojne zahvate obnove šuma i njege šuma čišćenjem. Smatrao je **pogrešnim siliti nastanak čistih hrastika**. Ispravnim je smatrao kako jasen i ostale pratilice hrasta trebaju biti **zastupljene u prirodnom omjeru u novonastaloj sastojini**, dok hrast ne treba siliti na staništu koje pripada jasenu. Istodobno, primijetio je kako **jasen ima osobine pionirske vrste drveća koja popravljaju tlo hrastu**. Zbog takvog pristupa Kozarca se može ubrojiti među pionire prirodnog uzgajanja šuma i zagrebačke škole uzgajanja šuma.

Posljednji stari slavonski hrastici obnavljani su tom metodom tijekom prve polovice 20. stoljeća. Ostao je sačuvan tek dio stare slavonske šume u predjelu Prašnik na površini od 53,35 ha. Sastojina je izlučena iz redovitog gospodarenja 5. rujna 1929. godine odlukom nadležnog Ministarstva šuma i ruda (Matić i dr. 1979). Danas je to naša jedina prašuma hrasta lužnjaka.

ŠUMSKO-POLJSKO GOSPODARENJE AGRO-FORESTRY MANAGEMENT

Šumsko-poljsko gospodarenje uvedeno je mjestimice, **tamo gdje nije uspjela obnova šuma dovršnom sječom s petogodišnjom predzabranom**. Divjak (1900) je opisao postupak u šumama Petrovaradinske imovne općine. Zakorovljeno šumsko zemljište bi se dalo u zakup na nekoliko godina za poljoprivredne usjeve, obično pšenicu ili zob. Površina se prije sjetve pripremila vađenjem panjeva, iznošenjem granjevine i obradom tla. Nakon isteka zakupa ponovno se na toj površini osnovala hrastova šuma sadnjom žira pod motiku, u brazdu ili sadnjom biljaka.

Nedostaci šumsko-poljskog gospodarenja uočeni su vrlo brzo, pa se **takav način obnove šuma počeo ubrzo napuštati**. Već je Petračić (1931) pisao kako „sastojine koje su uzgojene na tlu nakon njegove upotrebe u poljoprivredne svrhe zaostaju u kasnijoj dobi u svojem uspijevanju. Njihov je vitalitet manji nego u šumama gdje se ne vodi šumsko-poljsko gospodarstvo.” Potvrdio je to i Smilaj (1939): „Krčenjem i oranjem tlo se doduše razrahljuje i pojačava se njegova prozraka, ali s druge strane poljoprivredni usjevi iscrpljuju tlo, jer mu oduzimlju i vlagu i mineralna hraniva, što onda manjka mladim biljkama koje radi toga zaostaju u prirašćivanju i postaju manje otporne protiv parazita. Osim toga – jer u mladosti te biljke nisu guste – zaostaje njihov uzrast, krošnjate su i granate, nemaju potrebnog prirasta u visinu, deblovina im nije čista od grana, a i teže se čiste od grana.” Danas znamo da korištenjem u poljoprivredne svrhe tlo izgubi svojstva šumskog tla, a novoposađeni hrast dolazi na degradirano tlo koje jedino odgovara pionirskim vrstama drveća (Matić 1996).

Istraživanja Matića i dr. (2000) pokazala su jasne razlike između kvalitete hrastovih stabala i sastojina nastalih na šum-



Slika 4. Sastojina hrasta lužnjaka nastala sadnjom sadnica na livadi. Foto: I. Anić

Figure 4. Pedunculate oak stand created by planting seedlings in the meadow. Photo: I. Anić.

skom tlu i na degradiranom tlu (livadi). Iako u pomlatku razlike nisu odmah uočljive zbog velikog biološkog potencijala biljaka u obje vrste sastojina, od mladika one postaju očite jer u sastojinama osnovanim na degradiranom tlu naglo raste udjel stabala loše kvalitete. Vučinić (2002) je ustanovio da je u hrastovim sastojinama nastalima na degradiranom tlu veliki udio stabala male kvalitete vidljiv već u mladiku i raste s dobi sastojine. Sastojine V. dobnog razreda koje su rasle na šumskom tlu imaju 60 % vrijedniju drvenu zalihu od onih na degradiranom tlu.

Zbog toga se na degradiranom tlu (dugotrajno obešumljenom, zakorovljenom, zamočvarenom, obrađivanom, erodiranom, zbijenom, onečišćenom) ne preporuča obnova šuma klimatskim vrstama drveća (hrastovi, jela, bukva). **Obnova klimatske vrste drveća dolazi u obzir tek nakon biološke pripreme degradiranog tla pionirskim vrstama drveća.**

OBNOVA ŠUMA OPLODNOM SJEČOM FOREST REGENERATION BY UNIFORM SHELTERWOOD METHOD

Opodna sječa pojavila se krajem 18. stoljeća kao alternativa čistoj sječi. Najprije se upotrebljavala za obnovu bukovih šuma u sredogorju zapadne Njemačke. Na hrvatskom jeziku prvi put se spominje u knjizi *Korist i gojenje šumah* (Šulek 1866) pod nazivom *sjemenjačka siečnja*. Naziv *opodna sječa* dobiva u knjigama naših istaknutih šumarskih stručnjaka objavljenih u drugoj polovici 19. stoljeća: *Obće šumarstvo* (Köröskényi 1873) i *Nauka o sadjenju i gojenju šumah* (Čordašić 1881).

Prvi suvremeni opis opodne sječe u nas donosi Petračić (1931). On je naziva *postupičnom sječom*: „Kod postupične se sječe odstranjuju stara stabla sa sječine na nekoliko (2 – 5) puta (stupnjeva). Tako od potpuno sklopljene stare sastojine nastaje postepeno sve rjeđa šuma, koja kroz to vrijeme dobro rađa sjemenom. Sjeme je na tlu pokrito otpalim lišćem i time zaštićeno od osušenja i od životinja. Iz njega nikne pomladak, kojeg stara stabla zaštićuju kroz nekoliko prvih godina od vanjskih nepogoda. Kad konačno posijemo i posljednje sjemenjake, oстане na sječini samo nova, mlada šuma.” Petračić je potanko opisao i ostale značajke opodne sječe: sijekove (pripremni, naplodni, 1 – 2 naknadna i dovršni sijek), oblike (na velikim površinama, u prugama, okruzima i kombinirane oblike) i njezinu primjenu u čistim i mješovitim sastojinama.

Opodna sječa u našim šumama hrasta lužnjaka počela se upotrebljavati u prvoj polovici XX. stoljeća i to, prema Smilaju (1939), „za obnovu sastojina u kojima se obično gospodari uz ophodnju od 140 godina odnosno, iz zdravstvenih razloga, uz ophodnje od 120 ili 100 godina”. Uvedena je **nastojanjem utemeljitelja zagrebačke škole uzga-**

janja šuma, sveučilišnog profesora dr. sc. Andrije Petračića. On je predlagao napuštanje metoda dovršne sječe s petogodišnjom predzabranom i šumsko-poljskog gospodarenja te stvaranje mješovitih sastojina hrasta s brijestom, jasenom i grabom metodom prirodne obnove šuma oplodnom sječom (Petračić 1926, 1931). Njegov prijedlog kasnije je dopunio akademik Milan Anić. On je predložio **prilagodbu uzgojnih zahvata šumskoj fitocenozi i staništu** (Anić 1943). Njihovi nasljednici su nastavili razvijati takav pristup obnovi šuma. Definirali su obnovu šuma prema šumskim zajednicama hrasta lužnjaka (Dekanić 1961, 1979), uvjetima staništa i strukture sastojine (Matić 1989, 2009, Matić i Skenderović 1993, Matić i dr. 1994, 1996, Prpić i dr. 1994), umjetnu obnovu šuma po prirodnim načelima (Matić 1993, 1994) i obnovu šuma hrasta lužnjaka na malim površinama (Anić i Oršanić 2009).

Oplodna sječa **do danas se upotrebljava kao standardna metoda obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj**. Detaljno ju je opisao Matić (1996) u znanstvenoj monografiji *Hrast lužnjak u Hrvatskoj*: „U šumi hrasta lužnjaka s običnim grabom (*As. Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ emend. Rauš 1969) obnova šuma se provodi s tri sijek opodne sječe (pripremni, naplodni, dovršni sijek). Obnova hrasta u tim sastojinama je otežana prisutnošću običnoga graba zbog njegova lakoga i obilnog pomlađivanja. Hrast lužnjak je uzgojno slabiji. Zato se kod pripremnoga sijeka osim lošeg hrasta siječe deblji grab kako bi se smanjilo naplođenje njegovim sjemenom. Za sjemenjake se ostave po cijeloj sječini podjednako razmještena jaka hrastova stabla s lijepo razvijenom krošnjom. Nakon pripremnog sijeka povećan je pristup svjetla i topline. To ima upliv na pojačani urod žira i mikrobiološku aktivnost u tlu kojom se intenzivira razgradnja šumske prostirke i tvorba zrelog humusa. Obično se pripremnim sijkom ukloni do jedne trećine drvene zalihe stare sastojine. Međutim, koliko će se stvarno sjeći ovisi ponajprije o stanju sastojine glede drvene zalihe, okomite i vodoravne strukture i stanju tla. Važno je imati na umu da je pripremni sijek važan za uspjeh obnove jer mora stvoriti uvjete za urod žira, njegovo klijanje i preživljenje ponika. Ako je sastojina tijekom ophodnje normalno njegovana, pripremni sijek nije potrebno izvoditi s obzirom na to da su prorjede pripremile sastojinu i stanište za dobru prirodnu obnovu. Ako se sastojina nalazi pred obnovom s manjom drvnom zalihom od normalne, pripremni sijek nije potreban, ali će se najvjerojatnije trebati izvesti priprema staništa za obnovu.

Naplodni sijek se obavi nekoliko godina nakon pripremnog sijeka. Vrijeme između pripremnog i naplodnog sijeka se zove naplodno razdoblje jer kroz to vrijeme rode matična stabla i naplođuju pomladnu površinu. Naplodni sijek se obavlja u godini dobrog uroda matičnih hrastovih stabala ili najkasnije godinu do dvije poslije što ovisi o naplodnji, pojavi ponika i pomlatka i stanju tla. Svrha naplodnog si-

jeka je osigurati poniku i pomlatku dovoljnu količinu svjetla u skladu s potrebama u prvim godinama života. Zasjenom preostalih stabala istodobno se osigura primjerena zaštita mladom naraštaju od žege, suše, mraza, korova, grmlja i uzgojno jačih drvenastih vrsta. Intenzitet toga sijeka je oko 50 % postojeće drvene zalihe s tim da je važnije postići, da nakon obavljenog sijeka, preostala stabla budu ravnomjerno raspoređena po pomladnoj površini kako bi se osigurala primjerena zaštita poniku i pomlatku.

Dovršni sijek slijedi nekoliko godina nakon naplodnog sijeka kad je pomladak posve pokrio pomladnu površinu i ojačao toliko da mu zaštita matične sastojine nije potrebna. Dapače, nastavak zaštite ometao bi njegov rast i razvoj. Pomladno razdoblje u sastojinama hrasta lužnjaka s običnim grabom u kojima vladaju normalni sastojinski i stanišni uvjeti iznosi 6 – 8 godina.

Dva sijeka (naplodni i dovršni sijek) i kraće pomladno razdoblje se upotrebljavaju u poplavnoj šumi hrasta lužnjaka (*As. Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938). U njezinoj smjesi su prisutni poljski jasen, vez, bijela i siva topola, trepetljika, crna topola, bijela vrba i žestilj. Sve su te vrste uzgojno jače od hrasta. Zbog odumiranja odraslih stabala nizinskog brijesta podstojna etaža nije razvijena kao što je to slučaj u sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba. Zbog toga je povećani priliv svjetla do tla, pa su razvijeni slojevi grmlja i prizemnog rašća. Čest je podrast kojeg tvore hrastove pratilice iz šumske zajednice. Umjesto pripremnog sijeka obično se obavi priprema staništa u kojoj se uklanjaju grmlje i bujni korov. Nakon naplodnje pomladne površine



Slika 5. Gospodarska jedinica Dubrava-Mokrice, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Nastavno-pokusni šumski objekt Zagreb. Prirodna obnova sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba oplodnom sječom. Ponik i pomladak nakon pripremnog sijeka. Foto: I. Anić

Figure 5. Dubrava-Mokrice Management unit, University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Training and Forest Research Centre Zagreb. Natural regeneration of the stand of pedunculate oak and common hornbeam by shelterwood method. Young growth after preparatory felling. Photo: I. Anić.

slijede naplodni i dovršni sijek. Naplodnim sijekom vade se pretežno ostale vrste drveća koje u obnovi konkuriraju lužnjaku. Međutim, to ne mora uvijek biti tako. Doznaku treba prilagoditi **vrstama drveća u omjeru smjese sastojine na razini subasocijacije** gdje se razlikuju značajke staništa, sastojinskog oblika te važnost i uloga pojedinih vrsta drveća.”

Prema Matiću (1996), za uspješnu obnovu šuma hrasta lužnjaka potrebna je naplodnja pomladne površine žirom u prosječnoj količini od 800 kg/ha. Gdje je naplodnja nedovoljna prirodnu obnovu najbolje je pomoći **umjetnom obnovom po prirodnim načelima odnosno kombiniranjem naplodbne sa sjetvom ili sadnjom žira pod zastorom krošanja starih stabala**. Umjetna obnova po prirodnim načelima jest nužnost povezana s nemogućnošću provedbe prirodne obnove zbog specifičnih bioloških (slab urod matičnih stabala), strukturnih (mali broj i nepovoljan površinski raspored matičnih stabala) i stanišnih (zakorovljenost, zamočvarenost) uvjeta u sastojini.

Na temelju obavljenih istraživanja Matić (1993, 1994) preporuča u slučaju sjetve žira omaške uporabiti 700 – 1000 kg/ha, u slučaju sadnje žira pod motiku 400 – 600 kg/ha (slično u prvim osnovama gospodarenja). U slučaju sadnje sadnica preporuča 10.000 – 15.000 kom./ha, što obrazlaže ovako: „Istražujući utjecaj različitog broja biljaka hrasta lužnjaka po hektaru (3.000, 5.000, 7.000, 10.000, 15.000, 20.000 komada) na uspijevanje umjetno obnovljenih sastojina, zaključili smo da se povećanjem broja biljaka povećavaju prosječne visine i visinski prirast posadenih biljaka, smanjuje količina korova i vrijeme odnosno troškovi njege po jednoj biljci. Najbolje rezultate i uspjeh pokazala je sastojina podignuta s 20.000 biljaka, s tim da se vidno pobolj-



Slika 6. Gospodarska jedinica Josip Kozarac, Šumarija Lipovljani. Obnova sastojine poplavne šume hrasta lužnjaka oplodnom sječom. Pomladak prije dovršnog sijeka. Foto: I. Anić

Figure 6. Josip Kozarac Management Unit, Lipovljani Forest Office. Regeneration of the floodplain pedunculate oak stand by shelterwood method. Young growth before the final felling. Photo: I. Anić.

šanje uočava već iznad 10.000 biljaka po hektaru. Sadnjom manjeg broja biljaka od optimalnoga, povećava se količina korova, grmlja i nepoželjnih vrsta drveća, koji neposredno konkuriraju u rastu posadenim sadnicama hrasta lužnjaka, oduzimajući im hraniva, vlagu i svjetlo, što se negativno odražava na kvalitetu novopodignutih sadnica i sastojina.” Matić i dr. (2000) preporučili su osnivanje i umjetnu obnovu šuma hrasta lužnjaka samo na šumskim tlima minimalnom gustoćom od 10.000 kom./ha. Kako bi se očuvali genofond i izvornost novih sastojina Gračan i dr. (1995) izradili su sjemensku rajonizaciju s pravilima korištenja šumskog reprodukcijskog materijala. Dokument je 2011. prerastao u *Pravilnik o provenijencijama svojti šumarskog drveća*.

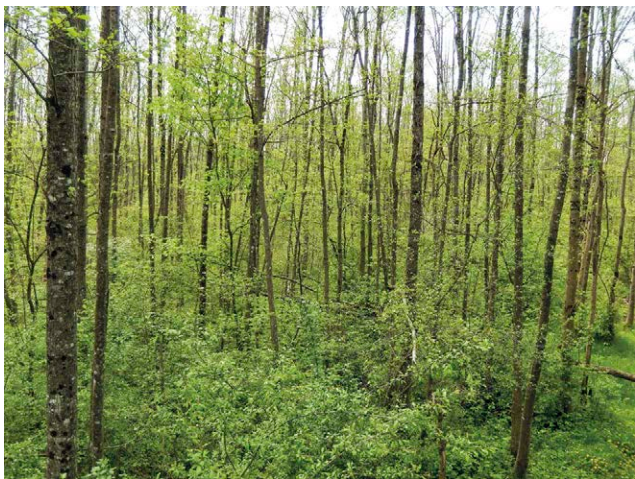
Opisana metodika obnove šuma hrasta lužnjaka oplodnom sječom prepoznata je izvan naših granica pod nazivom *hrvatska metoda prirodne obnove hrasta lužnjaka* (Vybiral 2004). Doživjela je lokalnu prilagodbu u pojedinim šumskim bazenima, primjerice Spačvi, gdje je opisana kao *vin-kovačka metoda obnove šuma* (Posarić 2008, Rubić 1997).

OBNOVA ŠUMA PREVODENJEM SASTOJINSKOG OBLIKA

FOREST REGENERATION BY CONVERSION OF STAND MIXTURE

Hrast lužnjak ne podnosi velike i nagle promjene u staništu i sastojinskoj strukturi. Na njih reagira odumiranjem pojedinačnih stabala, grupa stabala i čitavih sastojina. Istraživanjima je potvrđeno uzajamno djelovanje nekoliko uzroka tih pojava koji se mogu razlučiti u primarne i sekundarne. Promjene u režimu vlaženja, posebice poremećaji dinamike podzemnih i površinskih voda uz promjenu klime i onečišćenje zraka, vode i tla predstavljaju primarne čimbenike koji uzrokuju fiziološko slabljenje stabala. Fiziološki oslabljena stabla nisu u stanju odoljeti napadima sekundarnih štetnika, defolijatora i gljivičnih oboljenja koji napadaju list, deblo i korijen te izazivaju u početku pojedinačno odumiranje stabala, a potom i čitavih sastojina i degradaciju staništa (Matić 2009).

Istraživanja u drugoj polovici 20. stoljeća pokazala su kako obnovu šuma hrasta lužnjaka u slučaju intenzivnog odumiranja sastojine i degradacije staništa treba obaviti potpunom ili djelomičnom zamjenom hrasta odgovarajućim pionirskim vrstama drveća. To je u skladu s **prirodnom dinamikom šuma jer degradacija staništa za klimatogene vrste drveća istodobno znači povoljne stanišne uvjete za pionirske vrste drveća**. Istraživanja su pokazala kako su u nizinskim šumama za tu namjenu najpogodnije sljedeće domaće pionirske vrste drveća: poljski jasen, crna joha, bijela vrba i topola (Dekanić 1975, Oršanić i dr. 1996). Pionirske vrste drveća trebaju dominirati u obnovi šuma gdje



Slika 7. Gospodarska jedinica Kalje, Šumarija Lekenik. Mlada sastojina poljskog jasena nastala obnovom šuma nakon odumiranja i degradacije staništa prethodne šume hrasta lužnjaka. Foto: I. Anić

Figure 7. Kalje Management Unit, Lekenik Forest Office. Young stand of narrow-leaved ash created by forest regeneration after the dieback and site degradation of the oak forest. Photo: I. Anić.

je intenzitet odumiranja odrasle hrastove sastojine veći od trećine temeljnoga volumena sastojine i gdje je stanište degradirano (Matić 1989). Njihova je zadaća **biološki pripremiti degradirano stanište za povratak šume hrasta lužnjaka**. Gdje je intenzitet odumiranja hrastove sastojine manji i gdje nije došlo do degradacije staništa, hrast se može ponovno obnoviti umjetnim načinom jer se smatra da se može prilagoditi. Obnova šuma prevođenjem sastojinskog oblika obavlja se na malim površinama, uz prethodno izrađen šumskouzgojni plan prema površinskom rasporedu i intenzitetu odumiranja stabala, grupa stabala i sastojina te degradaciji staništa.

Takav pristup bio je preporučen u sanaciji šuma nakon intenzivnog odumiranja hrastovih sastojina u sisačkoj Posavini (Matić i dr. 1994), Kalju (Prpić i dr. 1994), Turopoljskom lugu (Matić i Skenderović 1993) i Pokupskom bazenu (Matić i dr. 1996). Istraživanja Anića i dr. (2002) i Vasića (2008) u novonastalim mladim sastojinama poljskog jasena u šumi Kalje pokazala su ispravnost takvog pristupa. Pojava ponika i pomlatka hrasta lužnjaka i njegovih pratilica iz hrastove šumske zajednice pod sklopom jasenovih stabala ukazuje na postupan oporavak staništa i prijelazni karakter tih sastojina.

OBNOVA ŠUMA OPLODNOM SJEČOM NA MALIM POVRŠINAMA U OBLIKU PRUGA I KRUGOVA

FOREST REGENERATION BY STRIP AND GROUP SHELTERWOOD METHOD

Opodna sječa na malim površinama preporuča se u uvjetima slabog, neredovitog i neujednačenog uroda sjemena i

naglašene potrebe zaštite prirode i okoliša (Matić i Meštrović 1990). Danas je prepoznata kao **jedna od mjera prilagodbe uzgajanja šuma klimatskim promjenama i prirodnim nepogodama** (Anić i dr. 2020, Matić i Anić 2009). Njezina primjena u našoj praksi obnove šuma još je uvijek rijetkost.

Opodna sječa na malim površinama obavlja se u obliku pruga i krugova. Opodnu sječu na malim površinama u obliku pruga opisao je Petračić (1931): „Započinje na strani suprotnoj vladajućem vjetru u nekom kraju. Širina pruga može iznositi 2 – 4 visine stabala u sastojini. Na prvoj pruži započinje pripremnim sijekom. Na drugoj pruži započinje pripremini sijek tek onda kad se na prvoj pruži prijeđe na naplodni sijek. Na trećoj pruži započinje pripremini sijek kad se na drugoj može provesti naplodni, a na prvoj pruži dovršni sijek. Taj redoslijed nije uvijek pravilan već ovisi o stanju tla na pojedinim prugama i urodu žira. Zato je moguće prekidanje i pomicanje redoslijeda na pojedinim prugama. Velike sastojine mogu se obnavljati i opodnom sječom u kulisama tj. započeti s pripremnim sijekom na više usporednih pruga.”

Opodnu sječu na malim površinama u obliku krugova u sastojinama hrasta lužnjaka opisali su Anić i Oršanić (2009): „Počinje na pomladnim (inicijalnim) jezgrama. Za pomladne jezgre mogu u sastojini poslužiti dobro napložena mjesta, lokaliteti gdje se pomladak već razvio, progale, lokaliteti koji nam odgovaraju za početak obnove s obzirom na šumskouzgojni plan, lokaliteti za koje pretpostavljamo



Slika 8. Gospodarska jedinica Opeke, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Nastavno-pokusni šumski objekt Lipovljani. Obnova sastojine hrasta lužnjaka na malim površinama u obliku pruga. Lijevo: pruga nakon dovršnog sijeka. Desno: pruga nakon pripreme staništa i prije naplodnog sijeka. Smjer vođenja obnove suprotan je smjeru prevladavajućeg vjetra. Foto: I. Anić

Figure 8. Opeke Management Unit, University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Training and Forest Research Centre Lipovljani. Regeneration of the pedunculate oak by strip shelterwood method. On the left, the strip after the final felling. On the right, the strip after the site preparation and before the seeding felling. The direction of the regeneration is opposite to the direction of the prevailing wind. Photo: I. Anić.

da će se na njima pomladak najprije pojaviti (pripremljeno stanište, dobar raspored i urod matičnih stabala). U skladu sa šumskouzgojnim planom se može inicirati nastanak pomladnih jezgri progalljivanjem sklopa stare sastojine pripremnim sijekom na malim površinama. Na progalama koje su nastale nepredviđeno, primjerice nakon vjetrolova, pomladne jezgre se mogu formirati umjetnom obnovom.

Gustoća, udaljenost i prostorni raspored pomladnih jezgri ovisi o šumskouzgojnom planu obnove šuma. Veličina pomladnih jezgri se prilagođava vrsti drveća, trajanju pomladnoga razdoblja, pripremljenosti tla i matične sastojine za obnovu, konfiguraciji terena, smjeru proširivanja, smjeru dominirajućega vjetera i transportnoj granici. (...) Na pomladnim jezgrama se obavi potreban zahvat: pripremni, naplodni ili dovršni sijek, već prema stanju pomlatka. Ako je na pomladnoj jezgri obavljen pripremni sijek, u godinu punoga uroda obavi se naplodni sijek. Istodobno s naplovnim sjekom pomladna jezgra se prstenasto proširuje izvedbom pripremnoga sijeka. Kada se mladi naraštaj na početnom dijelu pomladne jezgre dovoljno razvio da mu nije potrebna zaštita matične sastojine, na njoj se obavi dovršni sijek. Istodobno se na prstenima koji su se prvi proširili obavlja naplodni sijek, a površina se i dalje prstenasto proširuje pripremnim sijkom. Sječe se na ovom načelu nastavljaju dok se krugovi ne spoje čime je cijela sastojina pomlađena. Moguća su i odstupanja od ove sheme, posebice zbog činjenice kako hrast lužnjak obično od treće vegetacije traži puno svjetla. Primjerice, pomladne jezgre se mogu proširivati prema načelima rubne sječe. Opće pomladno razdoblje ili razdoblje potrebno za pomlađivanje čitave sastojine može potrajati do 20 godina (širina dobnog razreda). Specijalno pomladno razdoblje ili razdoblje potrebno za pomlađivanje jedne pomladne jezgre ovisi o ekološkim zahtjevima i biološkim svojstvima vrste koju pomlađujemo. U svakom slučaju, postupak treba biti brži kod pomlađivanja heliofilnih vrsta drveća, a sporiji kod pomla-



Slika 9. Park-šuma Maksimir u Zagrebu. Pomladna jezgra hrasta lužnjaka. Foto: I. Anić

Figure 9. Maksimir Forest Park in Zagreb. A group of pedunculate oak young growth. Photo: I. Anić.

đivanja skiofilnih vrsta drveća. Površina pomladnih jezgri bit će veća, a tempo njihova proširivanja brži kod heliofita.”

Velike sastojine (5 i više ha) pravilnih površinskih oblika kakve dominiraju u našim gospodarskim šumama mogu se obnavljati oplodnom sječom na malim površinama u obliku pruga širine 2 – 4 visine sastojine i krugova površine 1 – 5 ha. Srednje (3 – 5 ha) i male (1 – 3 ha) sastojine u urbanim šumama, park-šumama i usitnjenim privatnim šumama mogu se obnavljati oplodnom sječom na malim površinama u obliku krugova s pomladnim jezgrama promjera 1 – 2 visine stabala ili površinom 1 – 2 ara. Ovisno o ciljevima gospodarenja i namjeni šume, takve sastojine mogu se formirati u raznodobnoj strukturi.

Prednosti oplodne sječe na malim površinama su veća bliskost prirodi odnosno obnovi prašuma, pogodnost kod neredovitog i prostorno neujednačenog uroda sjemena, manje štete na tlu i pomlatku prilikom obaranja i privlačenja, bolja zaštita stare sastojine od štetnog djelovanja olujnog vjetera, lakša izvedba i kontrola te kontinuirani glavni prihod. Nedostaci obnove šuma oplodnom sječom na malim površinama su zahtjevna organizacija i provedba te moguće dulje trajanje općeg pomladnog razdoblja od gospodarskog polurazdoblja. Potrebno je usporediti troškove obnove šuma na malim površinama u odnosu na obnovu šuma na velikoj površini.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Obnova šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj može se pratiti sljedećim povijesnim slijedom:

- obnova prašuma do 1700.
- obnova šuma nepotpunom oplodnom sječom u razdoblju 1700. – 1850.
- obnova šuma dovršnom sječom s petogodišnjom predzabranom u razdoblju 1850. – 1930.
- šumsko-poljsko gospodarenje u razdoblju 1900. – 1930.
- obnova šuma oplodnom sječom od 1930.
- obnova šuma prevođenjem sastojinskog oblika od 1980.
- obnova šuma oplodnom sječom na malim površinama u obliku pruga i krugova od 1990. godine.

Zajednički nazivnik većine metoda je prirodna i prirodno bliska obnova šuma pod zastorom krošanja starih stabala. To je važno povijesno obilježje gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i glavni razlog njihove velike prirodnosti. Izuzetak čine metoda šumsko-poljskog gospodarenja koja se koristila iznimno i kratkotrajno te metoda obnove šuma prevođenjem sastojinskog oblika koja se upotrebljava u izuzetnim slučajevima obnove šuma nakon intenzivnog odumiranja čitavih sastojina i degradacije staništa hrasta.

Očuvanju prirodnosti i kvalitete šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj pridonijelo je uvođenje u praksu sljedećih načela zagrebačke škole uzgajanja šuma od prve polovice 20. stoljeća: prirodna obnova šuma pod zastorom krošanja starih stabala oplodnom sječom; prilagodba oplodne sječe hrastovoj šumskoj zajednici; formiranje mješovitih sastojina hrasta lužnjaka s pratilicama iz izvorne šumske zajednice; pomaganje nedovoljne napludne umjetnom obnovom šuma po prirodnim načelima sjetvom ili sadnjom optimalnih količina žira/sadnica izvornog podrijetla pod zastor krošanja matičnih stabala u napludnom razdoblju.

Metoda obnove šuma oplodnom sječom na malim površinama nameće se kao optimalna u današnjim ekološkim uvjetima. Velike sastojine mogu se obnavljati oplodnom sječom na malim površinama u obliku pruga širine 2 – 4 visine sastojine i krugova površine 1 – 5 ha. Srednje i male sastojine mogu se obnavljati oplodnom sječom na malim površinama u obliku krugova s pomladnim jezgrama promjera 1 – 2 visine matičnih stabala ili površinom 1 – 2 ara.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, I., 2021: Uzgajanje šuma II. Skripta za studente diplomskih studija Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 189 str.
- Anić, I., M. Oršanić, S. Matić, 2020: Uzgajanje šuma u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 161 – 181.
- Anić, I., S. Mikac, 2013: Prirodna obnova park-šuma grada Zagreba. Zbornik radova s međunarodnog znanstvenog skupa Zelenilo grada Zagreba, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 178 – 183.
- Anić, I., M. Oršanić, 2009: Prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na malim površinama. U: S. Matić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 39 – 53.
- Anić, I., S. Matić, M. Oršanić, S. Mikac, D. Drvodelić, 2007: Nature-based silviculture in dieback affected floodplain forests. U: M. Saniga, P. Jaloviar, S. Kucbel (ur.), International Scientific Symposium Managing of forests in changing environmental conditions, Zvolen, str. 283 – 290.
- Anić, I., M. Oršanić, M. Detelić, 2002: Revitalizacija degradirana ekosustava nakon sušenja hrasta lužnjaka – primjer šume Kalje. Šumarski list, 126 (11 – 12): 575 – 587.
- Anić, M., 1971: Šume i šumarstvo na području Slavenskog dijela Vojne krajine. Radovi Centra za znanstveni rad JAZU u Vinkovcima, knjiga 1, Zagreb, str. 5 – 31.
- Anić, M., 1943: Sociologija bilja i njena važnost za hrvatsko šumarstvo. Šumarski list, 67 (10 – 12): 297 – 309.
- Baranac, S. (ur.), 1933: Šumsko gospodarstvo imovnih opština (1919. – 1930.). Ministarstvo šuma i rudnika, Beograd, 124 str.
- Čordašić, F., 1881: Nauka o sadnji i gajenju šuma. Tiskarski i litografski zavod C. Albrechta u Zagrebu, 212 str.
- Dekanić, I., 1979: Uzgojne mjere i proizvodnja u nekim prirodnim sastojinama i kulturama eurameričkih topola slavonskog područja. Šumarski list, 103 (7 – 8): 299 – 332.
- Dekanić, I., 1975: Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metoda obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 99 (4 – 6): 119 – 127.
- Dekanić, I., 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije. U: M. Vidaković, S. Horvatinović, D. Švigelj (ur.), Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, knjiga I, Centar za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima, Vinkovci – Slavonski brod, str. 11 – 40.
- Dekanić, I., 1961: Osnovni principi uzgojnih zahvata u posavskim šumama. Šumarski list, 85 (1 – 2): 11 – 17.
- Divjak, M., 1900: Pomlađivanje šumah kod imovne občine Petrovaradinske. Šumarski list, 24 (4): 193 – 218.
- Gračan, J. A. Krstinić, S. Matić, Đ. Rauš, Z. Seletković, 1995: Šumski sjemenski rajoni u Hrvatskoj. Hrvatske šume p. o., Zagreb, 111 str.
- Kozarac, J., 1897: O uzgoju posavskih hrastovih sastojina u prvim periodima ophodnje. Šumarski list, 21 (1): 1 – 15.
- Kozarac, J., 1886: K pitanju pomlađivanja posavskih hrastika. Šumarski list, 2 (10): 50 – 57, 10 (6): 241 – 249.
- Kozarac, J., 1884: Je li naravno pomlađivanje u visokih hrastovih šumah putem čiste sječe sa predzabranom opravdano? Šumarski list, 8 (3): 129 – 134.
- Köröskényi, V., 1873: Obće šumarstvo. Tisak Dragutina Albrechta, Zagreb, 166 str.
- Lucarić, T., 1974: Uređivanje šuma jugoistočne Slavonije. U: M. Vidaković, S. Horvatinović, D. Švigelj (ur.), Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, knjiga I, Centar za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima, Vinkovci – Slavonski brod, str. 267 – 292.
- Matić, S., 2009: Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u promijenjenim stanišnim i strukturnim prilikama. U: S. Matić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 1 – 22.
- Matić, S., I. Anić (ur.), 2009: Zaključci znanstvenog skupa. Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 239 – 243.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2000: The number of plants and sites as important factor in the growth of young stands of pedunculate oak. Glasnik za šumske pokuse, 37: 69 – 82.
- Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. U: D. Klepac (ur.), Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume, p. o. Zagreb, Vinkovci – Zagreb, str. 167 – 212.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Istraživanja obnove i njege šuma na području pokupskog bazena. Radovi šum. inst., Jas-trebarsko, 31 (1 – 2): 111 – 124.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemeni za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šumarski list, 118 (3 – 4): 71 – 79.

- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994: Obnova šuma hrasta lužnjaka u Šumskom gospodarstvu Sisak. Glasnik za šumske pokuse, 30: 299 – 336.
- Matić, S., 1993: Brojnost pomlatka glavne vrste drveća kao temeljni preduvjet kvalitetne obnove, podizanja i njege šuma. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 4, 365 – 380.
- Matić, S., J. Skenderović, 1993: Studija biološkog i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem. Glasnik za šumske pokuse 29: 295–334.
- Matić, S., Š., Meštrović, 1990: Smjernice gospodarenja šumama u parku prirode Medvednica. U: Zelenilo grada Zagreba, Zbornik radova, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 63 – 66.
- Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 2: 67 – 77.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar. Šumsko gospodarstvo Nova Gradiška, Nova Gradiška, 131 str.
- Mikac, S., A. Žmegač, D. Trlin, V. Paulić, M. Oršanić, I. Anić, 2018: Drought-induced shift in tree response to climate in floodplain forests of Southeastern Europe. Sci Rep, 8 (1), 16495, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34875-w>.
- Oršanić, M., S. Matić, I. Anić, 1996: O izboru vrsta drveća za obnovu sastojina hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem. U: S. Sever (ur.), Zaštita šuma i pridobivanje drva, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, str. 127 – 134.
- Partaš, I., 1898: Hrast u visokoj šumi. Šumarski list, 22 (8 – 9): 226 – 331.
- Petračić, A., 1931: Uzgajanje šuma, II. svezak: podizanje i pomlađivanje šuma sa uzgojnim oblicima te njegovanje šuma. Vlastita naklada, Zagreb, 306 str.
- Petračić, A., 1926: Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti. Šumarski list, 50 (8 – 9): 467 – 469.
- Piškorić, O., 1996: Hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo 1846. – 1875. U: B. Prpić (ur.), Hrvatsko šumarsko društvo 1846. – 1996., Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, str. 19 – 30.
- Posarić, D., 2008: Obnova spačvanskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) oplodnim sječama – mogućnosti poboljšanja postojećeg načina rada. Šumarski list, 132 (1 – 2): 53 – 63.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić, Š. Meštrović, 1994: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskog gospodarstva Sisak. Glasnik za šumske pokuse, 30: 361 – 420.
- Radošević, M., 1876: Šumsko-gojitberna osnova za šume Brodske imovne općine. Vinkovci.
- Rauš, Đ., 1986: Josip Kozarac – preteča suvremene znanosti o šumskoj vegetaciji. Izlaganje na znanstvenom skupu Josip Kozarac – književnik i šumar, Vinkovci, 19. i 20. prosinca 1986., Centar za znanstveni rad JAZU u Vinkovcima, rukopis, 7 str.
- Rauš, Đ., 1973: Šume Slavonije i Baranje od Matije Antuna Relkovića do danas. Radovi Centra za znanstveni rad JAZU u Vinkovcima, knjiga 2, Zagreb, str. 107 – 166.
- Rubić, G. 1997: Obnova sastojina žirom hrasta lužnjaka na području Uprave šuma Vinkovci. Šumarski list, 121 (9 – 10): 507 – 514.
- Smilaj, I., 1939: Način uzgoja i iskorišćavanja slavonskih hrastika. Šumarski list, 63 (1): 25 – 36.
- Šulek, B., 1866: Korist i gojenje šumah osobito u trojednoj Kraljevini. Narodna tiskara Ljudevita Gaja, Zagreb, 219 str.
- Taube, F. W., 1777./1778.: Slavonija i Srijem 1777./1778. (prijevod s njemačkog i priređivač za tisak S. Sršan). Državni arhiv u Osijeku, Osijek, 287 str.
- Tonković, D., B. Tomičić, T. Starčević, S. Sever, D. Mandekić, 1996: Slavonski hrastici. Hrvatske šume, p. o. Zagreb, 180 str.
- Vasić, Z., 1998: Struktura sastojina formiranih revitalizacijom nakon sušenja hrasta lužnjaka. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 132 str.
- Vučinić, H., 2002: Šumske kulture hrasta lužnjaka na degradiranim šumskim tlima. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 64 str.
- Vybiral, J., 2004: Pestovani lužnih lesu na početku 21. stoljeća. U: M. Hrib, E. Kordiovsky (ur.), Lužni les v Dyjsko-moravske nive, Moraviapress Breclav, Breclav, 239 – 250.
- Zikmundovsky, F., 1877: Gradiška imovna občina sa šumarskoga stanovišta. Šumarski list, 3 (1): 189 – 201.

SUMMARY

The history of pedunculate oak forest regeneration in Croatia can be traced in the following historical order:

– Regeneration of virgin forests until 1700. It took place before more intensive settlement to the low-land area of Croatia (Slavonia), while the forests developed completely naturally. Forest regeneration was natural, from seeds, on a small surface area, long-lasting and random. Forests would succeed in places of coordinated abundant crop of acorns and in canopy gaps.

– Forest regeneration by incomplete shelterwood felling in the period 1700-1850. The method was used in the period of more intensive settlement and anthropization. Forest regeneration was natural, lasting 10–15 years. It started with preparatory felling on a large area, and ended with final felling on small areas.

– Forest regeneration by final felling following five-year ban on driving cattle in the period 1850-1930. This was the period of intensive commercial exploitation of old pedunculate oak forests. Old oak stands aged 200–300 years were regenerated with a small number of oak trees per hectare (20–30).

With one final felling of old oak trees, the young growth that appeared during the five-year ban on driving cattle was freed from the shelter. In places where the result of natural regeneration was weak, it was supported by planting acorns. Excessive felling areas, felling of stands with too old and dry-topped trees that yield little or no acorns, the conclusion of harmful contracts that allowed buyers to cut down oak trees first, and the excess of stagnant water in some places were more favorable to the regeneration of pioneer species and weed.

– Agro-forestry system in the period 1900-1930. It was introduced in some places where the previous method failed. Weedy forestland was leased for several years for agricultural crops, usually wheat or oats. After the lease had expired, an oak forest was established again by planting acorns. Due to the perceived shortcomings, the method was soon abandoned. When used for agricultural purposes, the soil loses its forest soil properties. The degraded soil is only suitable for pioneer tree species. Pedunculate oak stands planted on degraded soil are of lower quality, vitality and stability compared to those growing on forest soil.

– Forest regeneration by the uniform shelterwood method since 1930. It began to be used for the regeneration of stands which are usually managed with rotations of 140 years or, for health reasons, with rotations of 120 or 100 years. This is the standard and most widespread method of regeneration of pedunculate oak forests in Croatia. During the second half of the 20th century, it was modernized with scientific knowledge based on the principles of the Zagreb School of Silviculture. The fellings and the regeneration period are adapted to the forest communities of pedunculate oak. In pedunculate oak forests with hornbeam (*As. Carpinio betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ emend. Rauš 1969) three fellings are done (preparatory, seeding and final felling). Two fellings (seeding and final felling) and a shorter period of regeneration are used in floodplain oak forests (*As. Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938). Insufficient natural regeneration is supported according to natural principles, by sowing or planting acorns before the seeding felling. Between 700 and 1000 kg of acorns per hectare are needed for forest regeneration by sowing acorns. For the regeneration of forests by planting of acorns, 400–600 kg are needed.

– Regeneration by the conversion of tree mixture since 1980. It is recommended as a close-to-nature method of recovering a degraded site (weedy, waterlogged, polluted, compacted) after the intensive decline of the oak stand. It is carried out by sowing or planting native pioneer tree species: narrow-leaved ash, black alder, poplar and willow. The newly created pioneer forest has the task of biologically preparing the degraded soil for the return of the pedunculate oak.

– Forest regeneration by the strip and group shelterwood method since 1990. It is recommended in conditions of weak, irregular and uneven acorn harvest, and the emphasized need to protect nature and the environment. It is one of the ways of adapting forest regeneration to climate changes and natural disasters.

The common denominator of methods of regeneration of the oak forests in Croatia is natural or close to nature regeneration under the shelter of mature trees. This way of forming pedunculate oak forests is an important historical feature of forest management, and the main reason for their great naturalness.

The introduction of the principles of the Zagreb School of Silviculture into the practice of forest regeneration in the first half of the 20th century directly contributed to the preservation of the high naturalness and quality of the pedunculate oak forests as follows: natural regeneration under the shelter of mature trees; the creation of mixed stands of pedunculate oak with companions from the natural forest community; and supporting natural regeneration by sowing or planting acorns under the shelter of mature trees.

Forest regeneration by the strip and group shelterwood method is optimal in the present ecological conditions. Large stands (5-60 ha) of regular spatial shapes can be regenerated by shelterwood felling in the form of stripes and circles with a width of 2-4 stand height and an area of 1-5 ha. Small (1-3 ha) and medium-sized (3-5 ha) stands with irregular spatial shapes can be regenerated by irregular shelterwood method. Regrowth cores can have a width of 1-2 stand height and an area of 0.01-0.02 ha.

KEY WORDS: silviculture, forest regeneration, history of forestry, pedunculate oak, *Quercus robur* L.



Godišnji plan stručnoga usavršavanja za 2025. godinu

R.br.	Naziv teme, predavanja/seminara, mogućnost regionalnog održavanja	Izvođač
1.	Nedrvni šumski proizvodi – mogućnosti korištenja	prof. dr. sc. Željko Zečić
2.	Potencijali i energijske značajke drva u kulturama kratkih ophodnji topola i paulovnije	prof. dr. sc. Željko Zečić
3.	Lovno gospodarenje i Natura 2000	dr. sc. Dražen Degmečić
4.	Tehnike rada i mjere sigurnosti pri radu na stablima u urbanim sredinama	izv. prof. dr. sc. Matija Landekić, FŠDT
5.	Perspektiva unapređenja nacionalnog sustava sigurnosti pri radu kroz rezultate ForSaf2024 znanstvenog projekta	izv. prof. dr. sc. Matija Landekić, FŠDT
6.	Zakon o obnovi prirode – učinci i obveze u šumarstvu	prof. dr. sc. Ivan Martinić, FŠDT
7.	Natura 2000 – integriranje obveza u Zakon o šumama i aktualnosti provedbe	prof. dr. sc. Ivan Martinić, FŠDT
8.	Razvoj šumskih vozila i strojeva	prof. dr. sc. Marijan Šušnjar, FŠDT
9.	Sustavi ocjenjivanja lovačkih trofeja, važnost trofejnih vrijednosti u procjeni kvalitete gospodarenja divljim životinjama i osvrt na recentne promjene u izmjeri trofeja	prof.dr.sc. Krešimir Krapinec, FŠDT
10.	Uvod u norme i normizaciju u drвноj industriji (kako pristupati, koristiti i snalaziti se u normama)	doc. dr. sc. Miljenko Klarić, FŠDT
11.	Određivanje i procjenjivanje sadržaja vode u drvu (gravimetrijska, elektrootporna i kapacitativna metoda)	doc. dr. sc. Miljenko Klarić, FŠDT
12.	Dijagnostika povijesnih drvenih konstrukcija u postupku obnove	prof. dr. sc. Hrvoje Turkulin, FŠDT
13.	Prilagodba gospodarenja šumama na klimatske promjene: koncepti i izazovi	dr. sc. Stjepan Dekanić, konzultant izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac, FŠDT
14.	Primjena suvremenih tehnologija u planiranju i projektiranju šumskih prometnica	dr. sc. David Janeš, D. Bičanić, HŠ
15.	10 godišnji monitoring plodonošenja i kvalitete sjemena obične bukve u šumskih sjemenskim objektima	dr. sc. Mladen Ivanković
16.	Varijabilnost uroda hrasta lužnjaka u šumskim sjemenskim objektima četiri sjemenske regije tijekom 2019-2024. godine	dr. sc. Mladen Ivanković
17.	Certifikacija održivosti proizvodnje šumske biomase prema zahtjevima Direktive (EU) 2018/2001	dr. sc. Zlatko Benković, HŠ
18.	Obnova šuma nakon štetnih događaja velikih razmjera u EU i RH – predviđanja, ciljevi i šumsko uzgojni smjerovi	doc. dr. sc. Sanja Perić, dr. sc. Martina Đodan, HŠI
19.	Mogućnost i opravdanost konverzije hrasta crnike oplodnim sječama (indirektna konverzija) – rezultati višegodišnjih sustavnih znanstvenih istraživanja	dr. sc. Tomislav Dubravac, HŠI
20.	Razvoj laboratorijskog protokola za inokulaciju gospodarskih vrsta drveća	Ivana Zegnal, <i>mag.ing.silv.</i> , HŠI
21.	Uloga gnojidbe u ublažavanju negativnih utjecaja suše na fotosintezu i rast sadnica obične bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	Mia Marušić, <i>mag.ing.silv.</i> , HŠI
22.	Mikropropagacija šumskih vrsta drveća: ekonomski i genetski potencijal	dr. sc. Sanja Bogunović, HŠI
23.	Imovinsko - pravni odnosi u šumarstvu, izdvajanje iz ŠGOP, bespravno krčenje šuma	Javorko Bebek, <i>dipl. iur.</i> , HŠ
24.	Upoznavanje s Uredbom (EU) 2023/1115 o stavljanju na raspolaganje na tržištu Unije i izvozu iz Unije određene robe i proizvoda povezanih s krčenjem i degradacijom šuma i stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 995/2010	poziv HKIŠDT
25.	Problematika uređivanja šuma s osvrtom na izradu, odobravanje i provedbu ŠGP i problematiku uređivanja šuma šumoposjednika	poziv HKIŠDT
26.	Problematika bespravnoga korištenja šuma, šumskih zemljišta i šumskih proizvoda	poziv HKIŠDT

FŠDT – Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije; HŠI – Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko;
HŠ – Hrvatske šume d.o.o.; HKIŠDT – Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije

IZAZOVI U MEDITERANSKOJ POLJOPRIVREDI I ŠUMARSTVU

OKRUGLI STOL U POVODU 130. GODIŠNJICE INSTITUTA ZA JADRANSKE KULTURE I MELIORACIJU KRŠA U SPLITU

Igor Anić¹, Lukrecija Butorac²

Okrugli stol Izazovi u mediteranskoj poljoprivredi i šumarstvu organiziralo je Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u povodu 130. godišnjice Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu. Skup je održan u Knjižnici HAZU, 24. travnja 2025. godine. Nakon pozdravnih riječi akademika Ferde Bašića, predsjednika Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo HAZU i dr. sc. Katje Žanić, ravnateljice Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu, prezentirane su sljedeće teme:

Dr. sc. Gabriela Vuletin Selak

Procjena i očuvanje genetskih resursa masline

Dr. sc. Slavko Perica

Hrvatsko maslinarstvo u svijetu koji se mijenja

Dr. sc. Goran Zdunić

Divlja loza (Vitis vinifera subsp. sylvestris) – skrivena genetska riznica za održivi razvoj vinogradarstva

Akademik Igor Anić

Izazovi gospodarenja šumama hrvatskog Sredozemlja

Dr. sc. Lukrecija Butorac

Erozija tla nakon šumskih požara

Temeljem održanih izlaganja i rasprave donesene su tri skupine zaključaka.

a) Izazovi u maslinarstvu

Izlaganja dr. sc. Gabriele Vuletin Selak (Procjena i očuvanje genetskih resursa masline) i dr. sc. Slavka Perice (Hrvatsko maslinarstvo u svijetu koji se mijenja) iznjedrila su sljedeće zaključke i smjernice:

– Hrvatska raspolaže iznimno bogatim i raznolikim genetskim resursima masline, uključujući brojne autohtone sorte i divlje populacije, koji predstavljaju temelj za daljnji razvoj održivog i kvalitetnog maslinarstva. Sustavno prikupljanje, identifikacija i očuvanje u kolekcijskim nasadima ključni su za dugoročnu stabilnost sektora.

– Suvremene metode genotipizacije potvrdile su visoku genetsku raznolikost hrvatskih sorti. Primjena NGS tehnolo-

gije i bioinformatičkih alata omogućuju preciznu identifikaciju i očuvanje autentičnih genotipova, što je važno za unapređenje sortimenta.

– Ulaskom u Europsku uniju, Hrvatska je postala dio globalne zajednice koja proizvodi oko 75 % maslinova ulja, u pravilu po nižim cijenama od naših. Za povećanje konkurentnosti nužne su mjere poput zaštite proizvoda oznakama izvornosti i isticanje kvalitete ekološki prihvatljivog načina uzgoja masline.

– Hrvatska maslinova ulja su visokovrijedan proizvod, no rizici poput prijevara i krivog označavanja zahtijevaju razvoj sustava autentičnosti i kontrole zemljopisnog podrijetla kako bi se očuvala tržišna prepoznatljivost.

– Fenotipizacija, koja uključuje morfološku karakterizaciju, procjenu reproduktivnih svojstava sorti te kemijsko i senzorsko profiliranje njihovih ulja, temelj je za razumijevanje fenotipske raznolikosti. Razvoj sortnih preporuka važan je za povećanje konkurentnosti i održivosti maslinarstva.

– Moderna maslinarska proizvodnja, koja se odlikuje visokim i stabilnim prinosima, dovodi do jeftinije proizvodnje, ali takav pristup često nije ekološki prihvatljiv. Intenzifikacija mora biti usmjerena na očuvanje održivosti i kvalitete proizvoda, osobito u kontekstu bioaktivnih komponenti maslinovih ulja.

– Reprodukativna svojstva sorti, poput kompatibilnosti među sortama, utječu na prinos. U tom kontekstu, planiranje nasada i odabir međusobno kompatibilnih sorti ključno je za osiguranje stabilne produktivnosti maslinika.

– Klimatske promjene predstavljaju izazov u smislu prilagodbe proizvodnje na sve izraženije stresne čimbenike. Otpornost na vodni, toplinski i biotski stres postaje ključna za selekciju novih sorti i oplemenjivanje postojećih kako bi se održala proizvodnja visokokvalitetnog proizvoda u promjenjivim uvjetima.

– Autohtoni genofond treba vrednovati u uvjetima klimatskih promjena i intenzivne proizvodnje, a istraživanje



¹ Akademik Igor Anić, Hrvatsko šumarsko društvo

² Dr. sc. Lukrecija Butorac, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split

njegovih bioloških i agronomskih karakteristika važno je za odabir najboljih kombinacija sorti za različite sustave uzgoja.

– Edukacija proizvođača i krajnjih korisnika te prijenos znanstvenih spoznaja u praksu ključni su za daljnji razvoj i održivost hrvatskog maslinarstva.

b) Pozicija i potencijal divlje loze

Dr. sc. Goran Zdunić kroz svoje izlaganje (Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) – skrivena genetska riznica za održivi razvoj vinogradarstva) ukazao je na sljedeće:

– Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) predstavlja divljeg srodnika kultivirane loze (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) te vrijedan izvor genetske raznolikosti unutar roda *Vitis*, s velikim potencijalom za buduće oplemenjivanje vinove loze.

– Primjenom suvremenih znanstvenih metoda, temeljenih na fenotipskim svojstvima i DNA polimorfizmu (SSR, SNP, cjelogenomsko sekvenciranje) jasno je utvrđena razlika između divlje loze i kultiviranih sorti, što omogućuje njihovu pouzdanu identifikaciju i klasifikaciju.

– Divlja loza sadrži važne gene, poput onih za otpornost na pepelnicu (R-aleli), koji imaju značajan potencijal za primjenu u oplemenjivanju i razvoju održivog vinogradarstva.

– Populacije divlje loze u Hrvatskoj ugrožene su djelovanjem brojnih antropogenih čimbenika, kao i genetskom introgresijom s kultiviranom lozom i američkim vrstama roda *Vitis*, što upućuje na potrebu za hitnim mjerama očuvanja in situ te uspostavom ex situ kolekcija germplazme.

c) Izazovi u šumarstvu

Izlaganja akademika Igora Anića (Izazovi gospodarenja šumama hrvatskog Sredozemlja) i dr. sc. Lukrecije Butorac (Erozija tla nakon šumskih požara) upućuju na činjenice i smjernice važne za gospodarenje šumama u hrvatskom Sredozemlju kao na i sagledavanje/ublažavanje problema erozije nakon požara a kako slijedi:

– Šume imaju ključnu ulogu u poboljšanju društvene, ekološke i gospodarske vrijednosti hrvatskog Sredozemlja.

– Šume hrvatskog Sredozemlja imaju neprocjenjivu općekorisnu vrijednost koja se odražava u zaštiti tla od erozije, bujica i poplava, reguliranju vodnog režima i hidroenergetskog sustava, poboljšanju plodnosti tla i poljoprivredne proizvodnje, pozitivnom utjecaju na klimu, zaštiti i unaprjeđenju čovjekove okoline, stvaranju kisika, pročišćavanju atmosfere, stvaranju ljupkog krajolika i posebnih uvjeta za odmor i rekreaciju, razvitku turizma i lovstva te očuvanju biološke raznolikosti i genofonda.

– Glavni izazovi gospodarenju šumama hrvatskog Sredozemlja proizlaze iz onemogućavanja misije šumarstva: čuvati i povećati površinu šuma; povećati stabilnost, vitalitet, kakvoću i produkciju šuma; čuvati šume i šumsko tlo od degradacije.

– Krčenjem šuma, prenamjenom šuma, obezvrjeđivanjem šuma, degradacijom šuma brstom i pašom te onemogućavanjem melioracije šuma neposredno se urušavaju načelo potrajnosti, višenamjenska uloga šuma i ispunjavanje općekorisnih funkcija šuma.

– Koncept naknade za šumu, OKFŠ i šumsko zemljište prilikom izdvajanja šuma iz šumskogospodarskog područja osmišljen je kako bi svi bili svjesni velike vrijednosti šuma, njihove višenamjenske uloge i potrebe za nadoknadom izgubljene površine. Sustavnim smanjenjem naknade smanjuju se ulaganja u nadoknadu izgubljene površine te gospodarenje, očuvanje i melioraciju šuma.

– Stopa erozije tla nakon šumskog požara od 20 t/ha godišnje ilustrira kako u tek jednoj sezoni može doći do gubitka tla čije je stvaranje trajalo više desetaka tisuća godina. Na sredozemnom kršu, za formiranje 1 cm tla potrebno je i do 40.000 godina, što ukazuje na gotovo nepovratnu posljedicu gubitka tla uzrokovanu požarima.

– Neodgodiva je potreba za hitnom, sustavnom i znanstveno utemeljenom obnovom šuma nakon šumskih požara kako bi se spriječila daljnja degradacija tla, zaštitile općekorisne funkcije šuma, osigurala dugoročna održivost krških ekosustava te očuvali tlo, bioraznolikost i budućnost šuma hrvatskog Sredozemlja.



Izlaganje akademika prof.dr.sc. Igora Anića: Izazovi gospodarenja šumama hrvatskog Sredozemlja



Prezentatori s Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša: dr.sc. Goran Zdunić, dr.sc. Katja Žanić, dr.sc. Gabrijela Vuletin Selak, dr.sc. Lukrecija Butorac, dr.sc. Slavko Perica

PARK-ŠUME GRADA ZAGREBA: PLUĆA GRADA ILI PROSTOR URBANIZACIJE

OKRUGLI STOL U U HRVATSKOJ AKADEMIJI ZNANOSTI I UMJETNOSTI

Igor Anić¹

U povodu Međunarodnog dana šuma 21. ožujka i 260 godina hrvatskog šumarstva Okrugli stol s temom Park-šume grada Zagreba: pluća grada ili prostor urbanizacije zajednički su organizirala tri znanstvena vijeća HAZU – Znanstveno vijeće za zaštitu prirode i okoliša, Znanstveno vijeće za arhitekturu, urbanizam i uređenje prostora te Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo. Skup je održan u dvorani Knjižnice HAZU, u četvrtak 20. ožujka 2025. godine.

Potica j za problematiziranje korištenja i uređenja park-šuma grada Zagreba znanstvena vijeća HAZU nalaze u nepovoljnom stanju tih zona na terenu te u aktualnoj situaciji vezanoj za novelaciju, odnosno izradu novih prostorno-planskih dokumenta koji potencijal gradskih park-šuma trebaju reafirmirati kao izrazitu vrijednost zagrebačkog prostora.

Uz uvodno obraćanje predsjednika Organizacijskog odbora akademika Igora Anića i pozdravne riječi predsjednika triju znanstvenih vijeća – akademika Gorana Durna, akademika Branka Kincla i akademika Ferde Bašića – održano je šest inicijalnih izlaganja kao podloga za problemsku raspravu na okruglom stolu i formuliranje zaključaka. U nastavku prenosimo sažetke izlaganja.

Vlasta Ranogajec, dipl. ing. agr.,
pomoćnica pročelnice za poljoprivredu, šumarstvo i lovstvo, Grad Zagreb, Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strate g ijsko planiranje, Sektor za poljoprivredu, šumarstvo i lovstvo

Stanje i perspektiva park-šuma grada Zagreba

Prezentacija donosi kraću analizu stanja park-šuma grada Zagreba, odnosno poziciju ovih površina u odnosu na Zakon o šumama (Narodne novine 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 101/23 i 36/24), Zakon o zaštiti prirode (Narodne novine 80/13, 15/18, 14/19, 127/19 i 155/23), prostornu plansku dokumentaciju prije svega na Odluku o donošenju Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba br. 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16-pročišćeni tekst, 17/24, 19/24-pročišćeni tekst) te imovinsko-pravne odnose kad je u pitanju vlasništvo nad šumom.

Prikazat će se brojni izazovi s kojima se svakodnevno susrećemo u park-šumama, uz naglasak na manjkavo provođenje šumskogospodarskih planova u šumama u privatnom vlasništvu za koje su planovi gospodarenja izrađeni, a koje su pod stalnim pojačanim urbanizacijskim pritiscima. Osvr-

nut ćemo se na površine koje su u naravi šuma, a za koje je utvrđeno nepostojanje planova gospodarenja, kao i na problematiku ishoda nja rješenja o krčenju šume.

Predstavit će se aktivnosti u definiranju i provedbi godišnjih planova održavanja park-šuma u vlasništvu Republike Hrvatske koje je Grad Zagreb financirao tijekom tri desetljeća u obliku nadstandarda u gospodarenju za površine za koje je jedino Generalnim urbanističkim planom Grada Zagreba propisana obveza većeg intenziteta zaštite, održavanja i njegovanja. Na kraju će se predstaviti mjera „Održivo gospodarenje šumama na području Grada Zagreba” s planiranim aktivnostima sadržanim u Programu poticanja održivog razvoja poljoprivrede i šumarstva u Gradu Zagrebu u razdoblju od 2024. do 2027., koji je Gradska skupština Grada Zagreba donijela u proljeće 2024. godine.

Nives Mornar, dipl. ing. arh.,
pomoćnica ravnatelja, Zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba

Zaštita park-šuma u prostorno-planskoj dokumentaciji – kontinuitet i povezivanje u sustav zeleno-plave infrastrukture novoga GUP-a grada Zagreba

Na planiranje i zaštitu šumskih površina u prostornim i urbanističkim planovima osim, osnovnog Zakona o prostornom uređenju, primjenjuju se još i odrednice Zakona o šumama, Zakona o zaštiti prirode i Zakona o zaštiti okoliša kao prošireni regulatorni okvir.

Šumski masiv Medvednice i šumske površine zagrebačkog prigorja koje su danas dio gradskog tkiva Grmošćica, Jelenovac, Pantovčak, Tuškanac, Remete, Dotršćina, Maksimir, Dankovec, Oporovec, Novoselec i dr. karakteristične su i prepoznatljive prirodne figure vidljive i čitljive u današnjim prostornim i urbanističkim planovima. Unatoč turbulentnim povijesnim mijenama društvenih i regulatornih okvira, zahvaljujući jakoj tradiciji prostornog i urbanističkog planiranja šumske površine kao dio prirodnog pejzaža i krajobraza visoko su vrednovani elementi i ograničenja za širenje naseља te uvijek prisutni dio svake urbanističke i prostorne geste odnosno prostornog plana.

Na području Grada Zagreba planiranje i zaštita šumskih masiva i površina određeni su prostornim planom državne razine, odnosno Prostornim planom Parka prirode Medvednica iz 2014. godine, Prostornim planom Grada Zagreba iz 2001. godine, veličine 640 km² s izmjenama i dopunama, prostornim planom područne (regionalne razine) i Gene-

ralnim urbanističkim planom grada Zagreba, planom lokalne razine koji se donosi za urbani dio gradskog područja veličine 218 km² iz 2003. i 2007. godine s izmjenama i dopunama.

Nove izmjene i dopune Generalnoga urbanističkog plana grada Zagreba koje su pred usvajanjem u Gradskoj skupštini Grada Zagreba pokrenute su u travnju 2023. godine s iskorakom u proceduralnom i sadržajnom smislu. Provedene su široke participativne aktivnosti s predstavnicima stručnih institucija i udruženja, javnopravnih tijela i vijeća gradskih četvrti. Odlukom o izradi plana određena su tri osnovna cilja i programska polazišta: 1. javne potrebe i javni interes, 2. Zagreb zeleniji grad i 3. održivi prostorni razvoj. Prijedlogom plana površina planiranih javnih parkova povećana je za 36 hektara, a prenamjena javnih i zaštitnih zelenih površina u neku drugu namjenu je onemogućena. Planom se povećava obavezni postotak prirodnog upojnog terena te se omogućuje primjena novih urbanističkih standarda planiranja, posebno primjena rješenja temeljenih na prirodi, što uključuje brojna krajobrazno-tehnička rješenja upravljanja oborinskim vodama. Planom je određena nova namjena otvorenih vodotoka koji su valorizirani kao ključni element povezivanja u sustavu zelene infrastrukture medvedničkog područja i zelenih površina prisavskog dijela grada, što je postavljeno kao planerska vizija još davnih sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Izabela Kuzle, dipl. ing. šum.,

Hrvatske šume d. o. o., Uprava šuma Podružnica Zagreb, Radna jedinica Urbano šumarstvo

Važnost gospodarenja urbanim šumama i utjecaj urbanizacije

Gospodarenje šumom djelatnost je koja uključuje uzgajanje šuma, uređivanje šuma, iskorištavanje šuma, zaštitu šuma i lovno gospodarenje. Obavlja se prema načelu potrajnosti (održivosti) koje je dio europske i nacionalne šumarske politike i strategije te plana razvoja grada Zagreba. Ciljevi gospodarenja šumom uključuju očuvanje površine i strukture

šuma te poboljšanje njihove stabilnosti, vitaliteta, kvalitete, prirodnosti i proizvodnje gospodarskih i općekorisnih dobara. Sve to nije dar prirode već se postiže redovitim provođenjem radova obnove, njege, održavanja i zaštite šuma prema propisima planova gospodarenja.

Nema velike razlike između ciljeva gospodarenja gospodarskom šumom i urbanom šumom. Razlika je jedino što urbanoj šumi primarna namjena nije proizvodnja drvne tvari radi zadovoljenja potreba čovjeka nego ispunjavanje specifičnih općekorisnih funkcija šuma.

Urbane šume važno je njegovati, održavati i obnavljati. Njega i održavanje neizostavni su u sastojinama mladih razvojnih stadija. Izostankom ili neadekvatnom negom u sastojini i na stablima ostaju posljedice koje se osjećaju do kraja njihova života. Takve sastojine i stabla osjetljivi su na abiotske (vjetar, led, suša) i biotske (štetnici, bolesti) čimbenike. Smanjene su biološke raznolikosti i teže se obnavljaju. Stare sastojine moraju se obnavljati kako stara i prezrela stabla ne bi ugrožavala posjetitelje, promet, infrastrukturu i objekte u njihovoj blizini. Svakodnevno šumarsko praćenje stanja šumskih ekosustava u svim urbanim šumama nužan je dio zaštite šuma i prevencije štetnih pojava.

Urbane šume grada Zagreba opterećuju urbanizacija i ekološki pritisci. Na njihovom primjeru jasno se očituje ugroženost ciljeva gospodarenja šumom. Gospodarenje tim šumama treba biti ujednačeno, bez obzira na vlasništvo i namjenu kako bi se izbjeglo odumiranje stabala i sastojina, pojava opasnih stabala, fragmentacija šumskih površina, prenamjena šumskog zemljišta, ometanje posjeda i uzurpacije. Konfliktne situacije između šume i izgradnje mogu se izbjeći suradnjom svih nadležnih službi Grada Zagreba koje donose odluke o prostornom planiranju i GUP-u.

Izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić,

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma

Opasna stabla u zagrebačkim park-šumama

Zagrebačke park-šume predstavljaju ostatke nekadašnjih većih šumskih kompleksa na južnoj strani Medvednice koji su razvojem grada i širenjem urbanog tkiva dobile karakter urbanih šuma. Prema svojoj strukturi i genezi one se ne razlikuju od ostalih prirodnih šuma, međutim, cilj gospodarenja tim šumskim sastojinama je drugačiji, čime se ističe njihova posebna namjena. Ona se očituje u podržavanju općekorisnih funkcija šuma, s naglaskom na socijalni segment koji te šume pružaju. Boravak većeg broja posjetitelja u takvim šumama radi blizine urbane infrastrukture i starosti samih stabala predstavlja potencijalno rizične situacije koje mogu dovesti do nastanka šteta.

Opasna stabla u park-šumama strukturno su nesigurna stabla koja imaju određeni fizički nedostatak kojim je izražena mogućnost njihovog loma i/ili izvaljivanja, a



nalaze se na takvoj lokaciji gdje može nastati šteta na imovini ili ozljeđivanje građana. Zadatak šumarskih stručnjaka je pravovremeno prepoznati takvih stabala, što je ujedno stručan i vrlo odgovoran posao. Prema prosuđenom stanju stabala, formiraju se uzgojne preporuke i smjernice za gospodarenje koje mogu uključivati širok spektar šumskouzgojnih, ali i arborikulturnih postupaka koji se provode u park-šumama. One uključuju, primjerice, detaljnu prosudbu mehaničkog stanja stabla, procjenu opasnosti od izvale stabla, ciljano orezivanje radi smanjenja mogućnosti loma krošnje, formiranje visokih panjeva nakon sječe radi podržavanja bioraznolikosti, sječu stabala i umjetnu obnovu sadnjom sadnica većeg uzrasta (drvoredne sadnice).

Kroz predavanje će se prikazati primjeri opasnih stabala u zagrebačkim park-šumama, a na primjeru stabala hrasta kitnjaka pojasnit će se koje fizičke karakteristike dovode do veće ocjene opasnosti prilikom prosudbe njihovog stanja. Na primjeru analize šteta nakon jedne razorne oluje pokazat će se koji dijelovi stabla su ugroženi i koliki je potencijal za nastanak šteta. Slijedom ovih saznanja istaknut će se šumskouzgojne i arborikulturne preporuke za uspješnije gospodarenje opasnim stablima u zagrebačkim park-šumama.

Doc. dr. sc. Jasenka Kranjčević, Institut za turizam, Zagreb / Prof. dr. sc. Amir Muzur, Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija i Medicinski fakultet

Park-šume grada Zagreba između kulturnoturističkog potencijala i gradnje

Planski osmišljene i kvalitetno uređene zelene površine (kao i druge sadne, zelene, parkovne površine, šume i perivoji) pridonose poboljšanju uvjeta života i rada, ali i turističkoj promociji. Uporišta za turističku promociju mogu se iščitati kroz povijest urbanizma, ali i starih turističkih vodiča koji prilikom promocije destinacije ukazuju na tu vrstu površina kao prostor za provođenja dokolice i unaprjeđenje zdravlja.

Uvidom samo u turistički vodič grada Zagreba iz 1892. Adolfa Hodovskog (Kažiput za urođenike i strance) vidljivo je kako se uz opis geografskog smještaja i povijesti grada navode zgrade ugostiteljsko-turističke namjene (svratišta, kavana, gostionice, slastičarne i hoteli), znanstvene i kulturne institucije, različita udruženja te gradske skulpture. U poglavlju Ogledi grada i okolice ukazuje se na šetališta, uređene trgove i okolicu s kojom se treba upoznati stranac, odnosno turist. Tako se preporuča obilazak Tuškanca, Mirogoja, Sljemena, Kraljičinog zdenca, Remeta i Maksimira. Prilikom navođenja lokacija iz okolice navode se osobe koje su zaslužne za uređenje parkovnih površina ili tko je darovao određeno zemljište za javno korištenje. Uz vodiče, brojne razglednice, kao slikovni materijal, ukazuju na to kako se uz parkove i na vođenim površinama može provoditi dokolica (Maksimir), odnosno prikazuju mjesta gdje se može skloniti za vrijeme vrućina. Te su informacije kroz vrijeme turistima, ali i lokalnom stanovništvu ukazivale na prostore koji nude visoku kvalitetu života i rada te istovremeno odražavaju mogućnost dokolice i rekreacije.

Kroz vrijeme, parkovi, šume i druge uređene zelene površine sve se više sagledavaju kao prirodna baština, a u širem smislu predstavljaju kulturnu baštinu koja se veže uz urbanizam, arhitekturu, turizam, sport i rekreaciju, obrazovanje, šumarstvo, agronomiju i medicinu. Zbog sveobuhvatnog shvaćanja baštine poseže se za instrumentom zaštite. Dok su neki zaštićeni dijelovi prostora izloženi propadanju (npr. Brestovac), drugi su izloženi špekulaciji zemljišta i nekontroliranoj gradnji.

Stoga se u radu razmatra razumijevanje odnosa zaštite s nekontroliranom gradnjom ili propadanjem.

Prof. dr. sc. Damir Ugarković,
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma

Utjecaj park-šuma na klimu grada Zagreba

Na klimu grada Zagreba utječu njegov geografski položaj između Medvednice i savske doline, reljefni čimbenici te stambene i zelene površine među kojima se ističu park-šume. Park-šume grada Zagreba imaju važne općekorisne funkcije od kojih se posebno ističe ekofiziološka funkcija. Svake godine park-šume trajno vežu 4,8 milijuna kg ugljika odnosno 17,3 milijuna kg ugljičnog dioksida te ispuste 9,5 milijuna kg kisika.

Grad Zagreb ima umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom (Cfa) dok zagrebačke park-šume zbog efekta hlađenja imaju umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (Cfb). Urbani toplinski otok najistaknutija je karakteristika urbane klime. Intenzitet urbanog toplinskog otoka proporcionalan je veličini gradske populacije i izgrađenog područja. U gradu Zagrebu on iznosi 1,1 °C.

Prezentirat će se rezultati komparativnog istraživanja mikroklimе park-šuma i vremenskih prilika u urbanom i suburbanom dijelu grada Zagreba. Mikroklimatski uvjeti izmjereni su u park-šumama Zelengaj i Maksimir, a vremenske prilike na meteorološkim postajama Grič i Maksimir. Mjerene su temperatura zraka (°C), količina oborina (mm), relativna vlažnost zraka (%) i brzina vjetra (m/s). Na osnovu klimatskih elemenata izračunat je indeks udobnosti (Comfort Index of the Human Body). Prosječna temperatura zraka i količina oborina najveći su u urbanom dijelu grada, a najmanji u park-šumama. Razlike u prosječnim temperaturama zraka grada i park-šuma iznosile su 2 °C za urbani i 1,1 °C za suburban dio grada. Apsolutne maksimalne temperature zraka bile su podjednake u urbanom i suburbanom dijelu grada i park-šumama. Maksimalna brzina vjetra izmjerena je u suburbanom dijelu grada u iznosu od 17 m/s, dok je u park-šumama iznosila 0,03 m/s. Zbog stambenih površina maksimalna brzina vjetra u urbanom dijelu grada iznosila je 6,6 m/s. Indeks udobnosti pokazao je najveću korelaciju s temperaturom zraka ($r = 0,81^*$), a najmanju s količinom oborina i brzinom vjetra ($r = -0,26^*$). Tijekom ljetnih mjeseci indeks udobnosti bio je u kategoriji „udobno“, na što su svakako utjecale park-šume u urbanom i suburbanom dijelu grada sa svojom šumskom mikroklimom.

ZAPISNIK 1. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD 2025. GODINE

ODRŽANE 23. SVIBNJA 2025. NA NASTAVNO-POKUSNOM ŠUMSKOM OBJEKTU
ZALESINA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU FAKULTETA ŠUMARSTVA I DRVNE
TEHNOLOGIJE S POČETKOM U 12:15.

Nazočni članovi Upravnog odbora: akademik Igor Anić (predsjednik), Emil Balint, dipl. ing. šum., Daniela Cetinjanin, dipl. ing. šum., David Crnić, dipl. ing. šum., mr. sp. Mandica Dasović (dopredsjednica), mr. sc. Damir Delač, Damir Dramalija, dipl. ing. šum., Anto Glavaš, dipl. ing. šum., Goran Gobac, dipl. ing. šum., prof. dr. sc. Marijan Grubešić, prof. dr. sc. Marilena Idžojić, Krešimir Jakupak, dipl. ing. šum., prof. dr. sc. Vladimir Jambreković, Marina Juratović, dipl. ing. šum., Marina Zupčić, dipl. ing. šum. (umjesto Josipa Kovačića, dipl. ing. šum.), Ivan Krajačić, dipl. ing. šum., Valentina Kulaš, dipl. ing. šum., Dorica Matešić, dipl. ing. šum., izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac, Darko Mikičić, dipl. ing. šum., Tomica Marinac, dipl. ing. šum. (umjesto Krešimira Pavića, dipl. ing. šum.), Martina Pavičić, dipl. ing. šum., doc. dr. sc. Sanja Perić, Ankica Komadina, dipl. ing. šum. (umjesto Ante Šimića, dipl. ing. šum.), Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. i izv. prof. dr. sc. Dinko Vusić – ukupno 26

Ostali nazočni: Goran Bukovac, dipl. ing. šum. (predsjednik Nadzornog odbora), Dubravka Mudrovčić, dipl. ing. šum. (umjesto Marija Bošnjaka, dipl. ing. šum., člana Nadzornog odbora), Branko Meštrić, dipl. ing. šum. (član Nadzornog odbora), Davor Prnjak, dipl. ing. šum. (član Nadzornog odbora), Oliver Vlainić, dipl. ing. šum. (tajnik) i Jelena Buconjić, dipl. ing. drv. teh. (gost) – ukupno 6

Ispričani: mr. sc. Boris Belamarić, mr. sc. Goran Gregurović, prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Josip Kovačić, dipl. ing. šum., Damir Miškulin, dipl. ing. šum. Krešimir Pavić, dipl. ing. šum., Darko Posarić, dipl. ing. šum. (dopredsjednik), Ante Šimić, dipl. ing. šum., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, mr. sc. Dalibor Tonc, Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum., Silvija Zec, dipl. ing. šum. i Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. (član NO) – ukupno 13

Sveukupno nazočnih: 32

U privitku e-poziva za 1. sjednicu UO HŠD 2025. godine članovima Upravnog i Nadzornog odbora HŠD poslani su materijali za 1. točku dnevnog reda.

Predsjednik HŠD akademik Igor Anić otvorio je sjednicu i pozdravio nazočne članove Upravnog i Nadzornog odbora. Posebno je pozdravio zamjenika upravitelja NPŠO Zalesina izv. prof. dr. sc. Dinka Vusića te ga pozvao da se

obрати sudionicima sjednice. Dinko Vusić pozdravio je sve nazočne ispred dekana Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije prof. dr. sc. Josipa Margaletića i osobno. Iznio je nekoliko povijesnih podataka o NPŠO Zalesina te izrazio zadovoljstvo održavanjem sjednice u fakultetskom objektu.

Predsjednik Igor Anić predstavio je krojača Božidara Gatačića koji će šivati svečana šumarska odijela po uzorku ranije sašivenih odijela. Zainteresirani za šivanje odijela obavili su mjerenje prije sjednice, a mogu i za vrijeme i nakon sjednice. Primjer ženskog odijela na sjednici ima Dorica Matešić čije je odijelo već sašiveno.

Predsjednik Igor Anić utvrdio je kvorum (26 članova UO od mogućih 35 – 74 % i 4 člana NO od mogućih 4 – 100 %) te predložio sljedeći

Dnevni red:

1. Ovjera zapisnika 3. sjednice Upravnog odbora HŠD 2024. godine (objavljen u Šumarskom listu 1-2/2025) i 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine (objavljen u Šumarskom listu 3-4/2025)
2. Obavijesti
3. Aktualna problematika
4. Šumarski list i ostale publikacije
5. Pitanja i prijedlozi.

Dnevni red jednoglasno je usvojen.

Ad 1. Ovjera zapisnika 3. sjednice Upravnog odbora HŠD 2024. godine (objavljen u Šumarskom listu 1-2/2025) i 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine (objavljen u Šumarskom listu 3-4/2025)

Zapisnik 3. sjednice Upravnog odbora HŠD 2024. godine jednoglasno je usvojen bez primjedbi. Zapisnik 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine jednoglasno je usvojen bez primjedbi.

Ad 2. Obavijesti

- 13. – 17. listopada 2024. – U Mađarskoj u široj okolici Budimpešte održan je godišnji sastanak Europske šumarske mreže uz sudjelovanje 12 šumarskih društava i dva fakulteta. Hrvatsko šumarsko društvo imalo je svoju četveročlanu delegaciju.

- 17. – 20. listopada 2024. – U Solarisu u organizaciji Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije održana je 4. Konferencija ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Konferenciji je prisustvovalo ukupno više od 520 sudionika, članova Komore i gostiju.
- 22. listopada 2024. – U prostoru Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu održan je Dan fakulteta.
- 25. – 27. listopada 2024. – Članovi Hrvatskoga šumarskog društva Federacije Bosne i Hercegovine posjetili su područje ogranaka Varaždin, Koprivnica i Bjelovar.
- 28. – 29. listopada 2024. – U Opatiji je održan 6. Hrvatski znanstveno-stručni skup o urbanom šumarstvu s glavnom temom „Utjecaj urbanog šumarstva na razvoj turističke destinacije“. Organizatori skupa bili su Hrvatsko šumarsko društvo – Sekcija za urbano šumarstvo, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatski šumarski institut i Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, suorganizatori skupa gradsko poduzeće „Parkovi“ Opatija i Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije te pokrovitelji skupa Grad Opatija i Primorsko-goranska županija.
- 29. listopada 2024. – U klonskoj sjemenskoj plantaži Kosovac predstavnici Hrvatskoga šumarskog društva Ogranak Našice i rukovodstvo Uprave šuma Podružnice Našice paljenjem svijeća kod spomen-ploče odali su počast znanstveniku svjetskog ugleda akademiku Mirku Vidakoviću povodom 100 godina njegovog rođenja.
- 30. listopada 2024. – U zgradi UŠP Koprivnica održana je radionica na temu izrade i održavanja web stranica četiri ogranaka HŠD: Bjelovar, Koprivnica, Varaždin i Virovitica.
- 14. studenoga 2024. – U Bjelovaru je održan znanstveno-stručni skup „Šume i društvo ususret novim izazovima – Tradicijom i znanjem za očuvanje, prilagodbu i bioraznolikost“. Povod održavanju skupa je 150 godina od osnutka Đurđevačke i Križevačke imovne općine 1874. godine, obje sa sjedištem u Bjelovaru, koje su odigrale važnu ulogu u razvoju šumarstva današnje Bjelovarsko-bilogorske županije. Organizatori skupa bili su Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Bjelovar, Hrvatske šume d. o. o. Uprava šuma Podružnica Bjelovar i Hrvatski šumarski institut, suorganizatori Bjelovarsko-bilogorska županija, Grad Bjelovar, Hrvatsko šumarsko društvo, Akademija šumarskih znanosti, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije te Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, a pokrovitelj Hrvatske šume d. o. o. Zagreb.
- 15. studenoga 2024. – Na više mjesta u Hrvatskoj u organizaciji ogranaka i sekcija obilježen je Dan urbanog šumarstva.
- 21. studenoga 2024. – U lovačkom domu Muljava pod domaćinstvom Hrvatskih šuma d. o. o. održan je drugi ovogodišnji sastanak šumarskih institucija: Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatskoga šumarskog instituta, Akademije šumarskih znanosti, Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatskih šuma d. o. o. i Hrvatskoga šumarskog društva. Uz nekoliko raspravljenih tema dogovorena je i suradnja u zajedničkom obilježavanju 260 godina hrvatskog šumarstva tijekom čitave 2025. godine.
- 25. – 27. studenoga 2024. – U Turskoj u okolici grada Antalye održana je međunarodna konferencija pod nazivom „Rješenja temeljena na prirodi za borbu protiv klimatskih promjena“. Organizator konferencije bila je Komora šumarskih inženjera Turske. Osim predstavnika više domaćih šumarskih institucija na konferenciji su sudjelovali predstavnici Austrije, Azerbajdžana, Bosne i Hercegovine, Gruzije, Hrvatske, Kazahstana, Kirgistan, Mađarske, Moldavije te Forest Europe-Ministarske konferencije o zaštiti šuma u Europi koja obuhvaća 45 europskih država potpisnica i EU te 14 zemalja promatrača i 48 organizacija. Hrvatsko šumarsko društvo sudjelovalo je na konferenciji s dvočlanom delegacijom te je imalo svoju prezentaciju.
- 1. prosinca 2024. – Na Sljemenu u hotelu Tomislavov dom svečano je otvorena manifestacija „Advent i Božić na Sljemenu“. Organizatori manifestacije bili su Hrvatske šume d. o. o., Župa Majke Božje Sljemenske Kraljice Hrvata, podružnica Zagrebačkog Holdinga „Vladimir Nazor“ te sljemenski ugostitelji i planinarski domovi. Obilježeno je i 30 godina šumarskih jaslca. Glazbeni program na otvorenju upotpunjen je izložbom „Šuma okom šumara“ te radionicom za djecu „Šuma u školi, škola u šumi“. Manifestacija je trajala do 6. siječnja 2025.
- 2. prosinca 2024. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu održana je 1. Međunarodna konferencija o sigurnosti pri sječi šuma motornim pilama – Sigurnost pri sječi šuma motornim pilama: Kako možemo poboljšati kulturu sigurnosti pri sječi šuma? Kao dio projekta „Povećanje konkurentnosti šumarskog sektora kroz razvoj kulture sigurnosti - HRZZ IP“. Program konferencije sadržavao je 12 predavanja.
- 16. prosinca 2024. – U Šumarskom domu održana jedna od edukacija stručnih osoba „Provedba lovnogospodarskih planova“. Hrvatski lovački savez u suradnji s Hrvatskom komorom inženjera šumarstva i drvne tehnologije organizira ovu edukaciju stručnih osoba koje aktivno obavljaju stručne poslove u provedbi lovnogospodarskih planova u lovištima Republike Hrvatske. Organizatori ove edukacije uz navedene bili su Lovački savez Grada Zagreba i Zagrebačke županije te Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju.

- 17. prosinca 2024. – Europski parlament odgodio je primjenu primjene uredbe o krčenju šuma za godinu dana. Poduzeća će imati još jednu godinu za usklađivanje s novim pravilima EU-a za sprečavanje krčenja šuma kojima će se u EU-u zabraniti prodaja proizvoda koji potječu s iskrčenih zemljišta. Veliki gospodarski subjekti i trgovci morat će poštovati obveze iz te uredbe od 30. prosinca 2025., a mikropoduzeća i mala poduzeća od 30. lipnja 2026.
- 8. siječnja 2025. – U Direkciji Hrvatskih šuma d. o. o. održan je sastanak predsjednika HŠD akademika Igora Anića i tajnik HŠD Olivera Vlajnića s Upravom Hrvatskih šuma. Dogovoren je nastavak suradnje u pretplati Hrvatskih šuma na Šumarski list te nastavljene razgovori oko obilježavanja 260 godina hrvatskog šumarstva s organizacijom Dana hrvatskog šumarstva što se dosada nije realiziralo.
- 18. siječnja 2025. – Ministar poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Josip Dabro podnio je ostavku.
- 29. siječnja 2025. – U Novom Mestu u Sloveniji održan je susret šumarstva i drvne industrije Slovenije i Hrvatske. Inicijatori susreta bile su sektorske udruge Zavod SLOLES i Hrvatski drveni klaster. Sudjelovalo je više od 100 sudionika. Glavni prioritet susreta bila je razmjena informacija o situaciji na tržištu drva i drvnih proizvoda, ali i utjecaj klimatskih promjena na sječivi etat i na budućnost sektora, korištenje bespovratnih sredstava iz EU izvora za drvenu industriju i šumarstvo te primjena EUDR direktive.
- 7. veljače 2025. – U Šumarskom domu održan je sastanak Uređivačkog odbora Šumarskog lista. Ukupno 16 sudionika sastanka raspravljalo je o sadržajnom, tehničkom i organizacijskom unaprjeđenju časopisa Šumarski list. Glavna urednica Šumarskog lista prof. dr. sc. Marilena Idžojić i tehnički urednik Branko Meštrić prezentirali su trenutno stanje uređivanja Šumarskog lista, probleme s kojima se susreću i iznijeli prijedloge za promjene vezane za unaprjeđenje časopisa sadržajno, tehnički i organizacijski. Zaključci sastanka su sljedeći: 1. posjetiti zavode Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije i Hrvatskoga šumarskog instituta te prezentirati Šumarski list s ciljem donošenja prijedloga za sadržajno, tehničko i organizacijsko unaprjeđenje., 2. autori u znanstvenom dijelu Šumarskog lista sami odlučuju o jeziku na kojemu će pisati. i 3. radovi na engleskom jeziku ne moraju imati sažetke i priloge na hrvatskom jeziku.
- 10. – 15. veljače 2025. – U Češkoj u gradu Nové Město na Moravi održano je 55. Europsko šumarsko natjecanje u nordijskom skijanju. Sudjelovalo je 18 država sa 670 sudionika raspoređenih u 31 ekipu. Hrvatska ekipa brojala je 18 članova, a od toga 12 natjecatelja. Mladen Šporer osvetlao je obraz osvojivši srebrnu medalju u slobodnom stilu za muškarce starosti od 51 do 60 godina.
- 12. veljače 2025. – U Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i ribarstva obavljena je primopredaja dužnosti između vršitelja dužnosti ministra državnog tajnika Tugomira Majdaka i novoimenovanog potpredsjednika Vlade i ministra poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Davida Vlajčića.
- 12. veljače 2025. – Gradski ured za opću upravu i imovinsko-pravne poslove Grada Zagreba donio je rješenje o upisu promjena Statuta HŠD usvojenih na 128. sjednici Skupštine HŠD 12. prosinca 2024. Usvojene izmjene i dopune Statuta HŠD izvršene su u skladu sa Zakonom o udrugama i u skladu sa Statutom Udruge.
- 14. veljače 2025. – U Šumarskom domu povodom 30 godina osnutka održana je svečana skupština Akademije šumarskih znanosti (AŠZ). Uz ostale uvažene goste skupštini je nazočila saborska zastupnica i predsjednica Odbora za poljoprivredu Hrvatskog sabora Marijana Petir. Nakon prikaza rada Akademije u proteklih 30 godina uručene su zahvalnice sponzorima i donatorima koji su pomagali rad Akademije te posebna priznanja redovitim članovima s osnivačke skupštine.
- 27. veljače 2025. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu u organizaciji Ureda za studente i unaprjeđenje nastave održana je odlično posjećena Šumarska treebina s temom „Šume i ekonomika klimatskih promjena”. Na tribini se razvila živa rasprava o problematika ugljičnog kreditiranja u šumarstvu što će biti sve aktualnije u budućnosti.
- 5. ožujka 2025. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu u sklopu obilježavanja 260 godina hrvatskog šumarstva održan je znanstveni skup pod nazivom „Zaštita šuma i izazovi današnjice – Švicarska, Slovenija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska”. Kroz 17 prezentacija iskazan je pregled stanja zaštite šuma u četiri države.
- 7. ožujka 2025. – U Zagrebu u Matici hrvatskih obrtnika u organizaciji Hrvatskoga inženjerskog saveza i Akademije tehničkih znanosti Hrvatske obilježen je Dan inženjera Republike Hrvatske i Svjetski dan inženjera. Tema skupa bila je „Cjeloživotno učenje – od novih znanja do priznanja”.
- 14. ožujka 2025. – U Lipovljanima u sklopu 11. Dana Josipa Kozarca održan je znanstveno-stručni skup „Ekonomika i književnost Josipa Kozarca”.
- 19. ožujka 2025. – U Narodnim novinama broj 50/2025 objavljen je Pravilnik o dopuni Pravilnika o utvrđivanju naknada za šumu i šumsko zemljište, a stupio je na snagu 26. ožujka. Tim pravilnikom u članku 3. iza stavka 3. dodan je stavak 4. koji glasi: (4) *Naknada za izdvajanje iz šumskogospodarskog područja Republike Hrvatske, u slučajevima darovanja nekretnina sukladno posebnom propisu kojim je uređeno raspolaganje nekretninama u*

vlasništvu Republike Hrvatske u korist jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave te u korist tijela državne uprave, umanjuje se za 99 %. Obezbvrjeđivanje šume bila je tema uvodnika Šumarskog lista broj 3-4/2025 pod naslovom „Krčenje i obezbvrjeđivanje šuma u Hrvatskoj vodi urušavanju potrajnosti šuma, njihovih općekorisnih funkcija i višenamjenske uloge”.

- 20. ožujka 2025. – U HAZU u organizaciji Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode i okoliša, Znanstvenog vijeća za arhitekturu, urbanizam i uređenje prostora i Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo održan je okrugli stol „Park šume grada Zagreba: pluća grada ili prostor urbanizacije”. Skup je održan u povodu Međunarodnog dana šuma 21. ožujka i 260 godina hrvatskog šumarstva.
- 20. – 21. ožujka 2025. – Na Plitvičkim jezerima u organizaciji Nacionalnog parka Plitvička jezera i Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu održan je stručni skup „Osjeti puls šume: Inovativni pristupi u monitoringu šumskih ekosustava”. Na skupu su predstavljani primjeri dobre prakse u Češkoj i Sloveniji.
- 21. ožujka 2025. – U Delnicama u Gradskoj knjižnici Janet Majnarich održan je stručni skup na temu zaštite i obnove šuma te zaštićenih krajolika Gorskog kotara.
- 21. ožujka 2025. – U povodu Međunarodnog dana šuma 21. ožujka i 260 godina hrvatskog šumarstva u emisiji Hrvatske televizije „Dobro jutro Hrvatska” gostovali su predsjednik HŠD akademik Igor Anić i direktor Sektora za šumarstvo Hrvatskih šuma mr. sc. Krešimir Žagar. Tih dana ogranci su obilježili Međunarodni dan šuma raznim aktivnostima: Ogranak Koprivnica 20. ožujka s akcijom pošumljavanja u Šumariji Repaš, Ogranak Zagreb 22. ožujka s akcijom uklanjanja otpada s područja Ježdovca, Ogranak Vinkovci 25. ožujka s organizacijom kreativne radionice crtanja i slikanja ispred zgrade UŠP Vinkovci u središnjem gradskom parku, Ogranak Varaždin 21. ožujka sadnjom sadnica u školskim dvorištima srednje Gospodarske škole iz Varaždina i osnovne škole Ivan Kukuljević Sakcinski iz Ivanca s kratkim predavanjem o šumama i obljetnicom 260 godina šumarstva u Hrvatskoj te 29. ožujka s akcijom „Zelena čistka 2025.” na području općine Petrijanec i u gospodarskoj jedinici „Zelendvor”, Ogranak Ogulin 5. travnja također u akciji „Zelena čistka 2025.” na području Šumarije Saborsko-Plaški, Ogranak Sisak s aktivnostima sadnje klonova petrinjske lipe „Ilirika” u OŠ Mate Lovraka Petrinja i sadnje sa Šumoborcima u GJ „Kotar-Stari gaj” šumarije Petrinja i Ogranak Karlovac s više aktivnosti: akcijom čišćenja u Pisarovini, predavanjima u Jastrebarskom i Slunju, posjetom šumi vrtičke djece iz Duge Rese, edukativnom šetnjom Petrovom gorom učenika OŠ Vojnić, organizacijom okruglog stola i panel raspravom „Šuma Kozjača: jučer-danas-sutra” u UŠP Karlovac te početkom suradnje s Javnom ustanovom „Natura Viva” i Fakultetom šumarstva i drvne

tehnologije na istraživanju kukaca s područja Značajnog krajobraza Petrova gora.

- 26. ožujka 2025. – Ogranak Gospić u suorganizaciji s UŠP Gospić i Parkom prirode Velebit, a pod pokroviteljstvom Ličko-senjske županije, obilježio je Međunarodni dan šuma i 260 godina hrvatskog šumarstva s dva predavanja u prostoru Javne ustanove Parka prirode Velebit u Gospiću. Akademik Igor Anić prezentirao je predavanje s nazivom „260 godina hrvatskog šumarstva ili kako su nastale naše šume”, a izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac predavanje s temom „Šume Like u izazovima klimatskih promjena”. Tom prilikom Hrvatsko šumarsko društvo obogatilo je fundus knjiga Samostalne narodne knjižnice u Gospiću darivanjem 22 stručne i edukativne publikacije. U sklopu navedenih obilježavanja Ogranak Gospić je i 18. ožujka 2025. organizirao predavanje o povijesti šumarstva i otvaranje retrospektivne izložbe „Šuma okom šumara” za učenike gimnazije i strukovne škole u Gospiću.
- 1. – 3. travnja 2025. – U Zagrebu je u prostorima Hrvatskoga šumarskog društva te u gradskim šumama i šumama Parka prirode Medvednica održan skup dionika i predstavnika tzv. „živih laboratorija” iz Češke, Austrije, Francuske, Finske, Švicarske, Španjolske i Hrvatske, partnera projekta TRANSFORMIT koji financira Europska komisija u sklopu programa Obzor Europa. Cilj sastanka bio je da predstavnici ojačaju svoju međunarodnu mrežu, steknu praktične nove uvide i rasprave izazove i moguća rješenja vezana uz integrativno upravljanje šumama (IFM). Glavni organizator skupa bio je Hrvatski šumarski institut u suradnji s Hrvatskim šumama d.o.o., UŠP Zagreb, Radnom jedinicom Urbano šumarstvo, Šumarijom Zagreb, Gradom Zagrebom, Parkom prirode Medvednica i Javnom ustanovom Priroda Grada Zagreba.
- 7. – 14. travnja 2025. – Članovi Upravnog i Nadzornog odbora Hrvatskoga šumarskog društva, te zamjene onih članova koji nisu mogli putovati, posjetili su Republiku Tursku od 7. do 14. travnja 2025. U stručnom dijelu programa posjećena je Regionalna direkcija šuma Antalija, jedna od 30 regionalnih direkcija s površinom šuma i šumskih zemljišta od 1,2 milijuna ha te Šumarski fakultet Sveučilišta primijenjenih znanosti u Isparti. Na fakultetu su potpisani protokoli o međusobnoj suradnji Šumarskog fakulteta Isparta i Hrvatskoga šumarskog društva te Sveučilišta primijenjenih znanosti u Isparti i Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. U preostalim danima putovanja posjećene su brojne povijesne, kulturne i prirodne znamenitosti Turske.
- 16. travnja 2025. – Hrvatski šumarski institut bio je domaćin predstavnicima šumarskih institucija što je treći dosadašnji sastanak iniciran od Hrvatskoga šumarskog društva početkom 2024. godine. U neformalnom druže-

nju razmijenjena su mišljenja o trenutnoj situaciji u sektoru.

- 22. travnja 2025. – Na Dan planeta Zemlje održane su brojne aktivnosti diljem Hrvatske. Hrvatsko šumarsko društvo tim povodom prilikom otvorenja izložbe 18. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara” darovalo je 20 stručnih i edukativnih knjiga Gradskoj knjižnici Janet Majnarich Delnice koja je bila domaćin izložbe u organizaciji UŠP Delnice i Ogranka Delnice. UŠP Gospić i Ogranak Gospić istog dana postavili su izložbu 19. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara” u Zimskom vrtu hotela Jezero na Plitvičkim jezerima. Na otvorenju izložbe bili su i ravnatelji nacionalnih parkova i parkova prirode. UŠP Slatina i Ogranak Virovitica organizirali su akciju čišćenja nekoliko najizloženijih lokacija na području šumarije Virovitica, a u čišćenju su im se pridružili učenici Srednje tehničke škole Virovitica, smjer šumarski tehničar.
- 23. travnja 2025. – U Vukovaru je održano predstavljanje knjige „Priče o ritskim šumama Vukovarskih dunavskih ada - Homilije o vremenu”. Autor knjige je Zvonimir Grgljanić, dipl. ing. šum. zaposlen kao samostalni taksator u UŠP Vinkovci. HŠD je sufinanciralo izdavanje knjige.
- 7. – 9. svibnja 2025. – Sekcija Pro Silva Croatia sudjelovala je na godišnjem sastanku Pro Silve na talijanskom otoku Sardiniji. Organizator skupa bila je Pro Silva Italija, a hrvatsku Pro Silvu predstavljala je četveročlana delegacija. Hrvatska je preuzela domaćinstvo okupljanja 2027. godine.
Predsjednik Sekcije Pro Silva izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac iznio je bitno sa sastanka. Donesena je strategija Pro Silva Europa do 2030. godine koja će se prevesti na hrvatski i staviti na mrežnu stranicu Sekcije. Otvorit će se ured Pro Silve u Bruxellesu. Pro Silva je vrlo aktivna i ima veliki utjecaj na politike Europske unije. Iznesena su i godišnja izvješća. Sljedeće godine domaćin Pro Silve je Mađarska, a za 2027. godinu je predložena Hrvatska. Pro Silva je održana u Hrvatskoj 2005. godine.
Jednoglasno je usvojen prijedlog domaćinstva Pro Silve u Hrvatskoj za 2027. godinu o čemu će se izvijestiti Upravni odbor Pro Silve.
- 8. – 11. svibnja 2025. – U Zagrebu na prostoru Bundeka održana je 59. Međunarodna vrtna izložba Floraart 2025. U sklopu manifestacije održan je stručni skup „Uloga zelene infrastrukture i prirodne baštine u očuvanju hrvatskog identiteta i oblikovanju održive budućnosti”. Održano je osam predavanja. Izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić sa svojim predavanjem pod nazivom „Razvoj, stanje i izazovi urbanog šumarstva u svjetlu 260 godina hrvatskog šumarstva” povezoao je urbano šumarstvo s ovogodišnjom obljetnicom hrvatskog šumarstva.
- 9. – 10. svibnja 2025. – U Vinkovcima u organizaciji Ogranka Vinkovci održano je 26. Državno natjecanje in-

ženjera šumarstva i drvne tehnologije u tenisu. Uz tenis odigran je i malonogometni turnir četiri ogranka: Vinkovci, Gospić, Bjelovar i Zagreb.

- 11. svibnja 2025. – Na Hrvatskoj televiziji u emisiji More prikazan je prilog „Crnika treba pomoć” o avio tretiranju šumskog predjela Kalifront protiv gubara. U emisiji je sudjelovao upravitelj Šumarije Rab i predsjednik Ogranka Rab mr. sc. Boris Belamarić.
- 12. – 13. svibnja 2025. – 22. Drvno-tehnološka konferencija održana je u Opatiji. Glavna tema skupa bila je „Ugovori za drvenu sirovinu – status quo ili tržišni model?”. S konferencije je upućena inicijativa Vladi za početak razgovora o nastavku raspodjele drvne sirovine.
- 14. svibnja 2025. – Srednja škola Otočac obilježila je 28 godina od uvođenja šumarskog usmjerenja za školovanje šumarskih tehničara i ugostila u svom prostoru izložbu 19. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara”. Tim povodom Ogranak Gospić organizirao je predavanje „260 godina hrvatskog šumarstva” za učenike i profesore škole koje je održao tajnik HŠD Oliver Vlainić.
- 15. svibnja 2025. – Hrvatski šumarski institut organizirao je 12. Dane otvorenih vrata i ugostio oko 1.000 djece i učenika, te njihovih odgajatelja, učitelja i profesora iz 15 različitih obrazovnih ustanova. Ovogodišnji Dani posvećeni su tematici „Šume – naše blago”. Kroz razne edukativne radionice, predavanja i posterska izlaganja, djelatnici Instituta su na interesantan način svojim posjetiteljima približili njihova istraživanja. – dopunila ravnateljica Instituta doc. dr. sc. Sanja Perić
- 15. svibnja 2025. – U sklopu 3. Memorijala „Matija Capan” Gradska knjižnica i čitaonica Ogulin ugostila je zainteresirane posjetitelje na još jednom predavanju Olivera Vlainića „260 godina hrvatskog šumarstva” prilagođenom ogulinskom području.
- 19. – 25. svibnja 2025. – Lađari bjelovarskog ogranka sudjeluju u projektu „Lađa u New Yorku” koji promovira neretvansku lađu i hrvatsku baštinu. Udruga za očuvanje neretvanske baštine Opuzen i Udruga lađara Neretve povodom 33. obljetnice primanja Hrvatske u Ujedinjene narode te u čast hrvatskih branitelja organizirali su veslanje lađama oko poluotoka Manhattana i otoka Slobode u dužini od 51 kilometra.
- 21. svibnja 2025. – UŠP Delnice i Ogranak Delnice organizirali su u Delnicama 2. Dječji Šuma fest za djecu vrtićke, osnovno i srednjoškolske dobi iz Delnica, Lokava, Ravne Gore, Mrkoplja, Fužina i Brod Moravica. Bilo je više od 400 posjetitelja.
- 23. svibnja 2025. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije održan je 3. Croatian Forestry Forum – CroFor. U sklopu foruma održano je predavanje prof. dr. sc. Renate Pernar „Daljinska istraživanja i njihov doprinos održivom upravljanju šumskim ekosustavima”. Tema foruma

bila je „260 godina kasnije: Hrvatsko šumarstvo između tradicije i inovacije”. Sudionici foruma bili su: Marijana Petir, predsjednica Odbora za poljoprivredu Hrvatskoga sabora, mr. sc. Goran Gregurović, dipl. ing. šumarstva, voditelj Odjela za EU fondove i programe u šumarstvu, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, prof. dr. sc. Tibor Pentek, prorektor za organizaciju, infrastrukturu i razvoj i ljudske potencijale, Sveučilište u Zagrebu, prof. dr. sc. Josip Margaletić, dekan Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije, Silvija Zec, dipl. ing. šumarstva, predsjednica Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije i mr. sc. Krešimir Žagar, dipl. ing. šumarstva, direktor Sektora za šumarstvo, Hrvatske šume d. o. o.

– Predsjednik akademik Igor Anić svojom promidžbom studentima prve godine diplomskog studija i ove godine učlanio je ukupno 30 novih članova, 28 studenata i 2 stručnih suradnika u 10 ogranaka (Buzet, Delnice, Karlovac, Koprivnica, Našice, Sisak, „Dalmacija” Split, Vinkovci, Virovitica i Zagreb) HŠD. Prošle godine u 12 ogranaka učlanjeno je 10 profesora i 25 studenata Fakulteta, ukupno 35 novih članova.

– Ogranci su dosta aktivni u svome radu, ali raznoliko ostavljaju pisane tragove o tome. Aktivnosti su veće od njihovih objava. Ogranci Bjelovar, Gospić, Karlovac, Ogulin, Sisak, Senj, Varaždin, Virovitica i Zagreb koriste svoje stranice na mrežnoj stranici HŠD za stalne ili povremene vijesti. Facebook koriste ogranci Bjelovar, Nova Gradiška i Ogulin te Sekcija za urbano šumarstvo.

– Predsjednica Sekcije za povijest šumarstva Mandica Dasović iznijela je Izvješće o radu Sekcije za povijest šumarstva od osnutka 12. prosinca 2024. do 1. sjednice UO HŠD 23. svibnja 2025.

Na temelju Odluke 128. redovite sjednice Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva održane 12. prosinca 2024. u Zagrebu, kojom je potvrđen zaključak 2. sjednice Upravnog odbora HŠD održane 11. listopada 2024. na Baškim Oštarijama, osnovana je Sekcija za povijest šumarstva. Na istoj sjednici Upravnog odbora HŠD za predsjednicu sekcije izabrana je mr. sp. Mandica Dasović što je verificirano na 128. sjednici Skupštine HŠD.

Tijekom prosinca 2024. godine HŠD je kupio skener za knjige koji će poslužiti za skeniranje bogate knjižnice Društva. Moderni skener omogućuje brzo i kvalitetno skeniranje do formata A3. Upoznavanje s uređajem otkrilo je njegove mogućnosti i prva kompletno skenirana knjiga je „Hrvatsko šumarsko društvo 1846. - 1996.” izdana 1996. godine povodom obilježavanja 150 godina HŠD. Budući da je u knjizi opisana povijest HŠD kao i kraća povijest svih 19 ogranaka digitalizirano izdanje moći će koristiti svi zainteresirani za šumarsku povijest. Druga skenirana knjiga je „Povijest šumarstva Hrvatske 1846. – 1976 kroz stranice Šumarskog lista” iz 1976. godine. Dio materijala prikupljenih za pisanje knjige o po-

vijesti Ogranka Sisak i povijesti šumarstva sisačkog područja skeniran je s novim skenerom: Osnova gospodarenja gospodarske jedinice Lekenik kneza Thurn i Taxisa za razdoblje 1942./43. – 1951./52., Šumskogospodarska osnova šuma priorata Vranskoga u Farkašiću 1888. godine te Bilten Šumskog gospodarstva Sisak (10 brojeva između 1973. i 1981. godine). Osim toga skenirane su: knjiga Slobodana Baranca „Šumsko gospodarstvo imovnih općina 1919. – 1930.” iz 1933. godine, knjiga Andre Perušića „Krajiške imovne općine” iz 1925. godine, knjiga Oskara Agića i Drage Tepeša „60 godina Brodske imovne općine: Njen postanak i rad 1874. – 1934.” iz 1934. godine, knjiga Frana Žavera Kesterčaneka „Dendrometrija ili nauka, kako valja postupati kod procjenjivanja jedrine pojedinih stabaloh kao i drvne gromade čitavih šumah” iz 1881. godine.

Početkom 2025. godine na mrežnoj stranici HŠD dodana je stranica Sekcije na adresi: <https://sites.google.com/sumari.hr/sekcija-za-povijest-sumarstva>. Zasad se stranica sastoji od: Novosti, Šumarski kalendar, Šumarske obljetnice, Šumarski velikani i Povijesne zanimljivosti.

U siječnju 2025. godine Šumarija Rijeka darivala je 20 uvezanih godišta Šumarskog lista i nekoliko knjige za knjižnicu HŠD.

Nastavljeni su radovi na istraživanju građe i pisanju teksta za knjigu o povijesti Ogranka Gospić i ličkog šumarstva. Pri kraju je istraživanje šumarske građe u Državnom arhivu u Gospiću. Prikupljeni su povijesni podaci iz više osnova gospodarenja kao i stare fotografije iz šumarske operative.

U tijeku je istraživanje šumarske građe za pisanje povijesti Ogranka Nova Gradiška s povijesti šumarstva novogradiškog područja. Nabavljeni su svi brojevi Šumarskih novina koje je izdavalo Šumsko gospodarstvo „Josip Kozarac” Nova Gradiška između 1974. i 1980. godine. Svi brojevi su skenirani i bit će dostupni u digitalnoj biblioteci HŠD. Novine su dobivene od Davora Kapecca, dipl. ing. šum., nekadašnjeg zaposlenika ŠG „Josip Kozarac” i člana Redakcijskog odbora Šumarskih novina.

Na kraju je predložila svim ograncima da potraže na svom području šumare i događaje koje bi valjalo obilježiti te prikupljaju arhivsku i povijesnu građu kao i zanimljivosti iz povijesti šumarstva.

– Predsjednik Sekcije za urbano šumarstvo Damir Dramalija najavio je održavanje 7. hrvatskoga znanstveno-stručnog skupa o urbanom šumarstvu 16. – 17. listopada 2025. u Vinkovcima.

– Predsjednica Ogranka Koprivnice Marina Juratović iznijela je kako Ogranak Koprivnica uz UŠP Koprivnica godinama sudjeluje na manifestaciji „Podravski motivi”. Svake godine prezentiraju jednu djelatnost. Prošle godine su prezentirali lovstvo i ugostiteljstvo. Smatra da je dobro

sudjelovati na lokalnim manifestacijama i prezentirati struku.

- Predsjednica Ogranka Karlovac Dorica Matešić dopunila je aktivnosti svoga ogranka za Međunarodni dan šuma što će dopuniti i ostali ogranci e-porukama.
- Predsjednica Ogranka Gospić Valentina Kulaš iznijela je kako Hrvatske šume imaju projekt „Škola u šumi, šuma u školi”, ali to uglavnom obavljaju članovi HŠD koji su zaposleni u Hrvatskim šumama. Predložila je da se s Upravom Hrvatskih šuma dogovori zajedničko održavanje šumske pedagogije.
- Predsjednik Ogranka Sisak Goran Gobac dodao je kako Ogranak Sisak u zadnje vrijeme preko svoje članice Kristine Ivković skoro svaki tjedan održava predavanja po školama ili učenici dolaze u šumu. Održane su i dvije radionice: 27. veljače 2025. radionica u Ekološkom centru „Vrata Zrinske gore” na temu „Stanarica ili selica” za polaznike zimskog kampa u centru te 9. svibnja 2025. radionica na šetnici grada Siska za učenike OŠ Ivana Kukuljevića Sisak s temom „Drveće našeg grada”.

Ad 3. Aktualna problematika

a) Šumarski dom

Tajnik HŠD Oliver Vlanić iznio je aktualnu problematiku vezanu uz Šumarski dom.

Odgovor na naš upit vezan za status novčane pomoći za samoobnovu zgrade Šumarskog doma dobiven 30. travnja 2025. iz Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za graditeljstvo i obnovu, Sektora za obnovu i dodjelu novčane pomoći za obnovu zgrada oštećenih potresom glasi:

Poštovani,

kako bi se odlučili o zahtjevima za poslovne zgrade mora nam se riješiti normativni dio vezan uz Program državnih potpora.

Također, obavještavam Vas da su sukladno Programu mjera obnove zgrada oštećenih potresom (NN 154/24) propisani prioriteta u obnovi pa smo dužni postupati u skladu s navedenim odredbama.

Molimo za Vaše strpljenje. O svemu ću Vas izvijestiti.

S poštovanjem,

Na portalu Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine Pregled obnove privatnih nekretnina oštećenih u potresu – Statusi obnove objekata prema lokaciji za status samoobnove stoji:

Radovi završeni

Obnova na lokaciji je završena. MPGI je zaprimio završno izvješće nadzornog inženjera te se obiteljska kuća ili zgrada može koristiti.

Broj zahtjeva: 3, Broj akata: 1

Novčana pomoć za nekonstrukcijsku obnovu – dostavljeni dokumenti 15. prosinca 2021. i 29. rujna 2022. i

Novčana pomoć za konstrukcijsku obnovu – dostavljeni dokumenti 28. veljače 2022.

Ulaganja u opremu u razdoblju od protekle sjednice:

- Početkom prosinca 2024. godine zamijenjeni su svi stari klima uređaji postavljeni 1990-ih godina. Postavljeno je ukupno šest novih klima uređaja, dva u Velikoj dvorani, po jedan u dvorani Šumarski četvrtak, uredu tajnika, uredu administracije i knjigovodstva te uredu tehničkog urednika Šumarskog lista.
- U ožujku 2025. godine nabavljen je bežični adapter za prijenos slike u Velikoj dvorani tako da je osuvremenjena prezentacijska oprema.
- U travnju 2025. godine obavljani su radovi na pričvršćenju radijatora u prostoru koji koristi IRMO na 2. katu Šumarskog doma na Trgu Mažuranića 11 i Perkoveve ulice 5. Uslijed radova na adaptaciji 1. kata došlo je do popuštanja nosača radijatora.
- Krajem travnja 2025. godine završeni su radovi na adaptaciji 1. kata Šumarskog doma u Perkovevoj ulici 5. Stomatološka poliklinika dobila je dodatne nove suvremene zubarske ordinacije, a Šumarskom domu je povećana vrijednost zbog ugradnje novih instalacija, unutarnje stolarije i podova. Istovremeno počela je priprema za sanaciju stare zgrade Stomatološke poliklinike u Perkovevoj ulici 3 tako da je namještaj iz te zgrade privremeno pohranjen u podrumu Šumarskog doma koji je ugovorom o zakupu predan na korištenje Stomatološkoj poliklinici.
- Sredinom svibnja 2025. godine nabavljen je novi uređaj za pisanje, skeniranje i kopiranje umjesto staroga iz 2009. godine koji se više nije mogao servisirati.

Stanje sudskog spora s Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije

Obavijest odvjetničkog društva Kos&Partneri od 22. svibnja 2025. o stanju sudskih sporova:

Poštovani,

u predmetu koji se pred Trgovačkim sudom u Zagrebu vodi pod brojem P-793/24, po tužbi FFKIT-a protiv HŠD-a, radi proglašenja ovrhe nedopuštenom, nakon ročišta 10.10.2024. požurili smo postupanje suda podneskom u ožujku 2025. godine kojim smo molili žurno zakazivanje rasprave te ujedno obavijestili sud da je žalba tužitelja (tamo ovršenika) odbijena rješenjem Županijskog suda u Splitu od 27.1.2025. Na naš podnesak očitovala se protivna strana u travnju 2025. te sada očekujemo sud da pokaže novu raspravu. U spis je stigao predmet Općinskog građanskog suda u Zagrebu, P-12341/08, čiji je prilog bio zatražen.

U predmetu ovrhe, Ovr-1351/23, upravo je FINA obavijestila sud da je ovrha u potpunosti naplaćena (privitak)

U predmetu P-1115/21, Općinski građanski sud u Zagrebu nije bilo nikakvih novosti – i dalje očekujemo donošenje drugostupnijske odluke Županijskog suda u Zagrebu povodom žalbe.

b) Prijedlog za pokretanje akcije postavljanja spomen-obilježja akademiku Slavku Matiću i profesoru Branimiru Prpiću.

Tajnik Oliver Vlainić obrazložio je ideju pokretanja akcije postavljanja spomen-obilježja na Šumarskom domu akademiku Slavku Matiću i profesoru Branimiru Prpiću.

- Slavko Matić (1938. – 2021.) bio je akademik od 2004. godine, redoviti profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 1986. godine, stručnjak za uzgajanje šuma, dekan Šumarskog fakulteta 1992. i 1994. – 1996., predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva 1994. – 2006., suutemeljitelj i prvi predsjednik Akademije šumarskih znanosti 1995. – 2014. i promicatelj zagrebačke škole uzgajanja šuma.
- Branimir Prpić (1927. – 2012.) bio je profesor emeritus od 2000. godine, redoviti profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 1978. godine, dekan Šumarskog fakulteta 1986. – 1988., stručnjak za ekologiju šuma, predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva 1976. – 1981., tajnik Hrvatskoga šumarskog društva 1966. – 1969., predsjednik Hrvatskoga ekološkog društva i pokreta prijatelja prirode Lijepa naša, tajnik Akademije šumarskih znanosti 1995. – 2012., glavni urednik Šumarskog lista 1970. – 2010., suosnivač europske šumarske udruge Pro Silva 1989. godine i promicatelj općekorisnih funkcija šuma.

Mogući scenarij:

1. Upit konzervatorima za postavljanje ploča na kutovima Šumarskog doma.
2. U slučaju pozitivnog odgovora upit za izradu ploča.
3. Po mogućnosti načiniti reljefe što je ovisno o cijeni.
4. U slučaju nemogućnosti izrade reljefa koristiti fotografije uz tekst na pločama.
5. Ploče pripremiti za postavljanje u 2026. godini povodom obilježavanja 180 godina HŠD i 150 godina Šumarskog lista.

Predsjednik Igor Anić smatra da su Slavko Matić i Branimir Prpić šumari koji su ostavili značajan trag u drugoj polovici 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća u hrvatskom šumarstvu i Hrvatskom šumarskom društvu.

Prijedlog za pokretanje akcije postavljanja spomen-obilježja profesorima Slavku Matiću i Branimiru Prpiću jednoglasno je usvojen.

c) Prijedlog za izdavanje spomenice Šumarskom domu i dodjela zahvalnica za obnovu nakon potresa

Tajnik Oliver Vlainić obrazložio je ideju za izdavanje spomenice Šumarskom domu koja bi se sastojala od pretiska

Spomenice izdane 1899. godine nakon izgradnje i otvorenja Šumarskog doma i Šumarske akademije te dopune o najznačajnijim zbivanjima s Domom do današnjih dana. Budući da su nakon zagrebačkog i petrinjskog potresa 2020. godine prikupljene donacije za obnovu Šumarskog doma u znak zahvale svim pojedincima i institucijama dodijelile bi im se zahvalnice.

Mogući scenarij:

1. Spomenicu pripremiti i tiskati do prosinca 2025. godine.
2. Sjednicu Upravnog odbora održati u obnovljenoj zgradi Pravnog fakulteta, Trg Republike 3, Zagreb koja je izvorno bila zgrada Hrvatsko-slavonskoga gospodarskog društva iz koga je nastala Šumarska sekcija 1846. godine što se smatra osnutkom Hrvatskoga šumarskog društva.
3. Svečani dio sjednice održati u Šumarskom domu s prezentacijom Spomenice i podjelom zahvalnica.

Prijedlog za izdavanje Spomenice Šumarskom domu jednoglasno je usvojen.

Ad 4. Šumarski list i ostale publikacije

Glavna urednica Šumarskog lista prof. dr. sc. Marilena Idžojić pozdravila je sve nazočne. Prvi dio izvješća o Šumarskom listu prepustila je tehničkom uredniku Branku Meštriću.

Tehnički urednik Branko Meštrić iznio je sljedeće:

U ovoj godini Šumarski list, što se redovitosti brojeva tiče, izlazi uredno. Izašla su dva dvobroja, a kako je i treći definiran, možemo dati analizu za sva tri. Znači u prvom polugodištu imamo 19 znanstvenih radova na oko 230 stranica. Od toga 11 stranih i 8 domaćih, odnosno 13 na engleskom, a 6 na hrvatskom jeziku. Valja naglasiti i jedan stručno-znanstveni rad kolega praktičara iz UŠP Zagreb (Miškulin et al.) kao nešto što je u neka vremena nosio Šumarski list, a danas je, eto, iznimka. Ostalih priloga bilo je vrlo malo. Tek 5 na 21 stranici (od čega 16 zapisnika) u prvoj svesci i 7 na 20 stranica (5 zapisnika, 1 pretisak) u drugom, što je stvarno minimum. Slično će biti i u trećem dvobroju. Osim poslovične slabe „produkcije” naših kolega, valja dodati i da je to rezultat većeg obima znanstvenih radova, koje je dosadašnji urednik, prof. dr. sc. Josip Margaletić pripremio i koje smo namjerili uklopiti u ova tri dvobroja. Teško da ćemo to u prvoj polovici godine postići – već smo dva rada prebacili na broj 7-8, ali se bojim da to neće biti dovoljno. Pokušat ćemo napraviti najviše što se može, a potom tijekom preostale godine svesti obim na dogovoreni stotinjak stranica po broju.

Glavna urednica Marilena Idžojić najavila je novine u uređivačkoj politici Šumarskog lista koje će se dogoditi od broja 7-8/2025.

7. veljače 2025. održan je sastanak predsjednika i tajnika Hrvatskoga šumarskog društva, Uredničkog odbora Šumarskog lista, Hrvatske komore inženjera šumarstva i

drvene tehnologije i Hrvatskih šuma d.o.o.; glavna urednica i tehnički urednik predstavili su prijedloge za sadržajno, tehničko i organizacijsko unaprjeđenje časopisa.

29. svibnja 2025. na Vijeću Šumarskog i Drvnotehnološkog odsjeka Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije održat će se predstavljanje časopisa Šumarski list; znanstvenike koji su recenzenti i autori u znanstvenim časopisima upoznat ćemo s mogućnostima za unaprjeđenje našeg časopisa, a kasnije će se održati sastanak i u Hrvatskom šumarskom institutu.

Želi se potaknuti mlade znanstvenika da više koriste Šumarski list za objavljivanje radova. Također se poziva sve članove po ograncima da objavljuju članke sa svojih područja.

Osiguran je program za provjeru plagijata. To postaje sve veći problem u izdavanju znanstvenih radova.

U razdoblju od 12. prosinca 2024. do 20. svibnja 2025. objavljeno je 37 novih radova:

- 10 prihvaćeno za tisak, od čega su tri na hrvatskom jeziku: 6 Hrvatska, 2 Turska, 1 Makedonija i 1 Srbija.

- 12 u postupku recenzije, od čega je pet na hrvatskom jeziku: 4 BiH, 3 Hrvatska, 3 Turska, 1 Crna Gora i 1 Srbija.

- 15 odbijeno: 8 Turska, 3 BiH, 1 Hrvatska, 1 Srbija, 1 Indija i 1 Rusija.

Popunjeni su brojevi 7-8 i 9-10, popunjava se broj 11-12. Probat će se zadržati tempo prikupljanja radova pola godine unaprijed.

Ad 5. Pitanja i prijedlozi

– Ogranak Bjelovar moli donaciju za tiskanje kataloga 20. Bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara”.

Ogranak je osigurao sudjelovanje u Bjelovarskom kulturnom ljetu otvorenjem izložbe nagrađenih fotografija 17. lipnja 2025. u kulturnom multimedijalnom centru. Kompletan postav izložbe bit će najesen.

Jednoglasno je usvojeno plaćanje dijela troškova tiskanja kataloga.

– Društvo za sportsku rekreaciju Salinovec moli donaciju za organizaciju 10. hrvatskog festivala kiparenja motorom pilom, koji će se održati 14. i 15. lipnja 2025. godine u Salinovcu.

Jednoglasno je usvojeno plaćanje troškova do 500 eura.

– Prof. dr. sc. Marijan Grubešić postavio je pitanje tko je nadležan za provođenje EU dokumenta o krčenju šuma. Prema tome dokumentu prirodno obnovljena šuma nakon dovršnog sjeka i prvi dobni razred smatraju se krčenjem šuma, a u Hrvatskoj je to redovito gospodarenje u cilju obnove šuma.

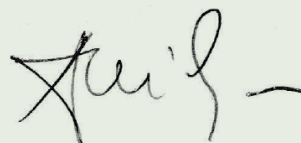
Od 2018. godine izuzetna je pasivnost resornog ministarstva. Predstavnici ministarstva nadležni za šumarstvo i lovstvo ne dolaze na znanstvene i stručne skupove, donose se loši propisi, a sektor privatnih šuma ne funkcionira.

Predsjednik Igor Anić suglasan je s primjedbama. Vidjet ćemo što poduzeti. Mogući put je sastaviti dopis i pozvati Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva na sastanak šumarskih institucija koje se sad već uobičajeno okupljaju i razmatraju stanje u sektoru.

Sjednica je završila u 14:10.



Zapisnik sastavio tajnik HŠD
Oliver Vlanić

Predsjednik HŠD
Akademik Igor Anić



TERENSKI DIO 1. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD U 2025. GODINI

Oliver Vlainić¹

Terenski dio 1. sjednice Upravnog odbora Hrvatskoga šumarskog društva za 2025. godinu održan je na području Gorskog kotara i susjednog Kočevja u Sloveniji 23. i 24. svibnja.

Nakon sjednice održane 23. svibnja 2025. u NPŠO Zalesina sudionici su otišli do nove upravne zgrade Šumarije Lokve koja je pred samim završetkom izgradnje.



Nova upravna zgrada Šumarije Lokve uz Lujzinsku cestu na mjestu nekadašnjeg restorana Žaba

Povodom obilježavanja 260 godina hrvatskog šumarstva Hrvatske šume d. o. o. Uprava šuma Podružnica Delnice i Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Delnice postavili su na zgradi šumarije spomen-ploču znamenitom goranskom šumaru Josipu Majnariću. Svečanost je započela hrvatskom himnom u izvedbi ženske vokalne skupine DiM Delnice. O kontekstu vremena u kojemu je živio i djelovao Josip Majnarić te njegovim zaslugama za uređivanje i gospodarenje goranskim šumama te borbi za pripadnost tih šuma Goranima govorio je predsjednik delničkog ogranka David Crnić.

Poštovane dame i gospodo, drage kolegice i kolege,

Prije svega dozvolite mi da vas sve pozdravim ispred UŠP-a Delnice, HŠD-a Ogranka Delnice u svoje osobno ime.

Okupili smo se danas kako bi obilježili 260 godina organiziranoga hrvatskog šumarstva i odali počast istaknutom goranskom šumaru Josipu Majnariću.

Nalazimo se na području šumarije Lokve, na samome ulazu u novu zgradu šumarije koja će i službeno biti otvorena kroz

nekoliko tjedana, a koja pored svoje osnovne namjene simbolizira i sav onaj nevidljivi rad šumarske struke, koji je bio od koristi narodu kroz povijest, a bez obzira na okolnosti zasigurno će biti i ubuduće.

Nalazimo se i na području goranskih prebornih šuma, šuma bukve i jele, smreke, pretplaninskih šuma.

„Gorski kotar je najšumovitiji dio Hrvatske. U njemu raste najljepša crnogorica i bjelogorica” napisao je akademik Dušan Klepac

A da se zbilja nalazimo na području od mora do gora kazuje i Dragutin Hirc, planinar i zaljubljenik u Gorski kotar opisujući lokaciju Gorskog kotara riječima: „Onaj kraj liepe naše domovine, što ga sa sjevera omeđuje rijeka Kupa i Čabranka, s juga Jadransko more, sa zapada istarske i kranjske planine, a sa iztoka Senjsko bilo: zove se od davnine Gorski kotar.”

„Još od Japoda koji su prvi nastanili ove krajeve, preko obrambenog zida Rimskog Carstva točnije Liburnijskog limesa koji se je protezao od Trsta do Prezida, prolazili su ovim područjem i Goti, Avari i Slaveni. No od samog vremena modernog čovjeka manje ili više vlastelini su bili neograničeni vlasnici sve zemlje. Zbog nezadovoljstva, 1720. u Čabru se zbog obaveza prema vlasnicima zemlje, u obliku usjeva, životinja, kasnije novca, a u iznosu od 1/10, pobunjuju kmetovi. Po nekim autorima ovaj događaj smatra se prvim štrajkom u Gorskom kotaru, a možda i u Hrvatskoj (u Gorskom kotaru možda prvi i jedini). Uz daljnje slobodarske ideje Francuske revolucije 1789. i ukidanje kmetstva za bana Jelačića 1848. preko Urbara Marije Terezije 1755. donose se mnoge uredbe koje definiraju odnose vlastelinstva i njihova kmetstva. Segregacije su jedna od njih. Po njima su feudalna gospoda imala svojim



¹ Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., Hrvatsko šumarsko društvo

kmetovima odštetiti pravo služnosti ustupom dijela površina šuma i pašnjaka.” (akademik Dušan Klepac)

U Gorskom kotaru segregacija je obavljena nepravedno pa se procjenjuje da je vlastelinima ostalo 99 %, a narodu pripalo tek 1 % vrijednosti imanja čime su Gorani ovim uredbama zapali u još veću bijedu. Da bi bilo još gore, kmetovi su bili dužni za ustupljenu zemlju platiti vlastelinu i nekakvu odštetu.

„Kako se dakle vidi, zemlju, koju današnje seljačko pokoljenje posjeduje, zapravo su njegovi očevi i djedovi od vlastelina kupili te postupno isplatili.” (Josip Majnarić, 1940.)

Josip Majnarić rođen je 26. 8. 1872. u Delnicama. Šumarstvo je apsolvirao na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima 1889. godine. Državni stručni ispit položio je 1893. Šumarskim povjerenikom imenovan je 1913. kod Kotarske oblasti u Delnicama, a 1917. kod iste oblasti, županijskim šumarskim nadzornikom.

Pokrenuo je problem segregacije i radio na njezinoj reviziji (veliki posjedi Thurn-Taxis i Ghyczy). Od 1918. pod odredbom agrarne reforme i agrarnog ministra radi na revizijama segregacija na području Gorskog kotara, sve dok 1920. ne dolazi do izlučenja površina iz vlasništva Thurn-Taxisa i Ghyczya, odnosno do eksproprijacija Goranskih šuma. Majnarićev zadatak bio je prikupiti i elaborirati sve nepravilnosti provedene segregacijama. Isti ti podaci bili su osnova za izvlaštenja plemićkih obitelji iz šuma Gorskog kotara. Izvlaštene površine velikim dijelom postaju ondašnje zemljišne zajednice u vlasništvu goranskih općina do Zakona o proglašenju imovnih općina i zemljišnih zajednica općenarodnom imovinom 1947.

Kao šumarski nadzornik, u statusu agrarnih činovnika, imenovan je 1930. upraviteljem Županijskog agrarnog ureda u Ogulinu, u svojstvu agrarnog inspektora, gdje radi na agrarnim pitanjima. Godine 1933. nalazio se na dužnosti inspek-



Nekadašnji upravitelji Šumarije Lokve Damir Delač i Ivana Pečnik Kastner te predsjednik Ogranka Delnice David Crnić ispred spomen-ploče Josipu Majnariću

tora za agrarnu reformu i predsjednika privremene državne uprave ekspropiranih šuma.

Bio je dobar poznavalac šuma Gorskog kotara. Sastavio je gospodarske osnove za zemljišne zajednice te u svoje vrijeme bio najbolji poznavatelj prirasta prebornih šuma, utvrđujući prirast po Hufnaglovoj metodi. Kako i ploča kaže, bio je pionir prebora u Hrvatskoj. Bavio se i pošumljavanjem krša.

Njegov rad na uređivanju prebornih šuma navedenog područja obuhvaća, prema našem pregledu stvari, punih 37 godina. Iz Majnarićevih ruku proizišlo je više dobrih elaborata. On je ujedno jedan od najstarijih i najplodnijih uređivača preborne šume po metodi normale. Majnarić je bio u mogućnosti da izrađuje uređajne elaborate kako za jednostavne tako i za zamršene sastojinske privredne prilike šuma Gorskoga Kotara (Miletić, 1957.).

Bio je suradnik Šumarskog lista od 1891. do 1914. Obuhvatio je teme iz područja dendrometrije, uređivanja šuma, pošumljavanja krša, šumarske politike i uprave te šumarstva stranih zemalja. Bio je član HSŠD od 1890., a biran je i za odbornika. Josip Majnarić preminuo je 1. 9. 1944.

Voditeljica UŠP Delnice Ivana Pečnik Kastner u svom govoru iznijela je kronologiju izgradnje upravne zgrade Šumarije Lokve te istaknula svoju vezanost za tu šumariju jer je u njoj radila kao revirnica i upraviteljica. O samoj ideji i kupnji lokacije za izgradnju šumarije emotivno je govorio, također nekadašnji upravitelj Šumarije Lokve, mr. sc. Damir Delač. Spomen-ploču zajednički su otkrili Ivana Pečnik Kastner i Damir Delač. Nakon svečanog



Zajednička fotografija sudionika otkrivanja spomen-ploče ispred zgrade Šumarije Lokve



Predsjednik Šumarskog društva Medved iz Kočevja Zoran Bitorajc i predstavnik Područne jedinice Kočevje Bojan Kocjan

otkrivanja ploče svi sudionici su, poslije zajedničkog fotografiranja, obišli zgradu šumarije. Među uzvanicima na otkrivanju bio je i nekadašnji državni tajnik za šumarstvo i voditelj UŠP Delnice Herman Sušnik.

Ostatak prvog dana sjednice protekao je u obilasku jezera Lokve, degustiranju lokalnih likera te večeri i druženju uz glazbu u NPŠO Zalesina.

Za drugi terenski dan sjednice 24. svibnja 2025. dogovoren je posjet području Kočevja u susjednoj Republici Sloveniji, što je predložio dugogodišnji šumarski kolega i prijatelj Janez Konečnik, danas umirovljenik, ali i turistički vodič u svom kraju. Na ostanak drugog dana odlučio se 21 sudionik sjednice. Krenuli smo iz dvorišta Uprave šuma Podružnice Delnice s dva delnička i jednim vinkovačkim kombijem na čijem korištenju zahvaljujemo Upravi Hrvatskih šuma d. o. o. Prva točka posjeta bilo je sjedište Zavoda za šume Slovenije Područne jedinice Kočevje. Zbog sudjelovanja na slovenskom Tjednu šume (24. – 31. svibnja) sudionicima se nije mogla pridružiti ravnateljica Područne jedinice Kočevje Tina Kotnik. Stoga je ispred domaćina sudionike pozdravio predsjednik Šumarskog društva Medved iz Kočevja Zoran Bitorajc. Prezentaciju o šumama i šumarstvu kočevskog područja u ime Područne jedinice Kočevje iznio je Bojan Kocjan.

Područna jedinica Kočevje podijeljena je na 6 lokalnih jedinica (šumarija) – Velike Lašče, Ribnica, Pugled, Rog, Kočevska Reka i Travna Gora – s 36 revira.

Šumskogospodarsko područje Kočevje ima ukupnu površinu od 118 tisuća ha, a pod šumama se nalazi 93 tisuće ha, što čini najveću šumovitost u Sloveniji od 79 %. Posljednjih 30 godina površina pod šumom porasla je za 6 tisuća ha ili za 7 %. Područje je visinski rasprostranjeno između 190 i 1.289 mnv. Prevladava krški tip reljefa. Za razliku od ostatka Slovenije gdje dominira privatni šumoposjed, u Kočevju najviše ima državnih šuma s 51 % pa privatnih s 44 % i općinskih s 5 %. Višenamjenske šume čine 93 %, šume posebne namjene 3 % i zaštitne šume 4 % ukupnih šuma. Šume prepuštene prirodnom razvoju čine 6 % šuma, a dijele se na šumske rezervate i ekočelije (područja šuma s teškim uvjetima gospodarenja – kamenitost, strmina ili rijetki ekosus-

tavi i staništa, a prepuštena su prirodnom razvoju bez aktivnosti u njima). U šumama raste više od 50 drvenastih vrsta s prevladavajućim bukovim šumama na 47 % i jelovo-bukovim šumama na 39 %. Glavna vrsta drveća je bukva s udjelom u drvnj zalihi od 38 %, a slijede smreka s 25 %, jela sa 17 %, plemenite listae (javor, lipa) s 8 % i hrast s 5 %. Ukupna drvna zaliha iznosi 325 m³/ha s omjerom 56 % listae i 44 % četinjača. U privatnim šumama drvna zaliha je 331 m³/ha, u državnim šumama 322 m³/ha, a u općinskim šumama 298 m³/ha. Ukupni godišnji prirast iznosi 7,7 m³/ha. Privatne šume imaju godišnji prirast 7,8 m³/ha, državne šume 7,6 m³/ha i općinske šume 7,1 m³/ha. Natura 2000 pokriva čak 75 % područja Kočevja, što je najveće područje ekološke mreže u Republici Sloveniji. U pridobivanju drvnih sortimenata prevladava klasična sječa s 85 %, a strojna sječa čini 15 %. Privlačenje po tlu iznosi 80 % ukupnog privlačenja, izvoženje 18 % i iznos žičarom 2 %. U razdoblju 2011. – 2020. od planiranih 6,2 milijuna m³ posječeno je 5,9 milijuna m³, a od toga 2,1 milijun m³ u privatnim šumama, 3,6 milijuna m³ u državnim šumama i 169 tisuća m³ u općinskim šumama. Sanitarna sječa činila je čak 55 % ukupne sječe od čega je dobar dio bio posljedica ledoloma. U porastu je sanitarna sječa jasena i hrasta. Radovi njege i zaštite napravljeni su između 50 i 60 % planiranih, s tim da je izvršenje bolje u državnim nego privatnim šumama. Prirodna obnova učinjena je na 2.730 ha, a umjetna na 352 ha. Na čitavom području ima 1.310 km šumskih cesta, što daje otvorenost šuma od 15 m/ha. Šumskih vlaka ima 9.958 km, što je 113 m/ha. Ukupno ulaganje u šumu od 2011. do 2020. godine iznosilo je 17,3 milijuna eura. Najviše je uloženo u šumske prometnice – 10,6 milijuna eura (62 %), a zatim u njegu šuma 3,5 milijuna eura, u obnovu šuma 1,6 milijuna eura, u zaštitu šuma 869 tisuća eura i u meliorativne radove 665 tisuća eura.

Slovenske šume (opis iz info materijala uzetih u prostoriji Područne jedinice Kočevje za edukaciju o medvjedima) pokrivaju 1,2 milijuna ha s drvnom zalihom od 357 milijuna m³ (304 m³/ha) i godišnjim prirastom od 8,8 milijuna m³ (7,5 m³/ha). Godišnje se sječe 4,2 milijuna m³. Prirodnim putem se obnavlja 95 % šuma. Vlasničku strukturu čini 75 % privatnih šuma, 21 % državnih šuma i 4 % općinskih



Janez Konečnik i Katja Konečnik

šuma. Među vrstama drveća prevladavaju bukva s 33 % i smreka s 30 %, dok jele i hrastova ima po 7 %, borova 5 %, ostalih listača 16 % i ostalih četinjača 2 %. Prva osnova gospodarenja u Sloveniji izrađena je 1771. godine za Trnovsku šumu. Javna šumarska služba u Sloveniji sastoji se od Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i prehrane (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano), Šumskog fonda (Gozdni sklad), Zavoda za šume (Zavod za gozdove) Slovenije i Šumarskog instituta Slovenije (Gozdarski inštitut Slovenije). Nakon isteka sustava koncesijskog upravljanja, Vlada Republike Slovenije osnovala je 2016. godine Slovenske državne šume (Slovenski državni gozdovi – SiDG) kojima je dodijelila ovlasti za upravljanje, raspolaganje i gospodarenje šumama u vlasništvu Republike Slovenije te za iskorištavanje šuma.

Poslije zanimljive i sveobuhvatne prezentacije te kraće rasprave predsjednik HŠD-a akademik Igor Anić zahvalio se domaćinima i uručio im darove. Nakon toga vodstvo je preuzeo Janez Konečnik kojemu se pridružila i Katja Konečnik, djelatnica Područne jedinice Kočevje. Uputili smo se u šumski predjel Kočevski Rog gdje smo posjetili mjesto stradanja poraženih vojski 1945. godine u Jami pod Krenom, nekadašnju pilanu Rog, prašumu Rajhenavski Rog, najvišu slovensku jelu „Kraljicu Roga” te poljoprivredno imanje Brdnik u napuštenom selu Rajhenav.

Janez i Katja uputili su nas u posebnosti toga kraja, a posebno šumarstva i zaštite prirode.

Na području Kočevja do Drugoga svjetskog rata šest stoljeća živjeli su kočevarski Nijemci doseljeni iz Bavorske. Govorili su posebnim bavarskim dijalektom njemačkog jezika. Godine 1492. austrijski car Fridrik III. dodijelio im je pravo na slobodnu prodaju vlastitih drvenih proizvoda diljem austrijskog carstva. U Kočevju su živjeli do 1941. godine kada su svi stanovnici njemačkog porijekla preseljeni u područje sjeverno od Save gdje je počinjao Njemački Reich.

Plemićka obitelj Auersperg, koja je tri stoljeća bila najvažniji gospodarski čimbenik u kočevskom kraju, vrlo je rano započela s razvojem željezarstva, rudarstva ugljena i potaše te staklarstva. Industrija je u početku trebala drvo kao pomoćnu sirovinu. Područje se snažnije gospodarski razvilo tek u drugoj polovici 19. stoljeća, kada se proširila izgradnja šumskih cesta, parnih pilana i željeznica te je započelo plansko gospodarenje šumama. Razdoblje nakon Prvoga svjetskog rata bilo je vrijeme gospodarske krize i agrarne reforme, što je značilo raspad posjeda knezova Auersperga. Nakon Drugoga svjetskog rata, oduzete i konfiscirane šume postale su društveno (državno) vlasništvo. U prvim poslijeratnim godinama na kočevskom području došlo je do velikih neplanskih sječa po nalogu vlasti. Nakon 1952. godine šumama se ponovno počelo gospodariti prema stručnim načelima. Šumsko gospodarstvo Kočevje osnovano je 1947. godine te je u raznim organizacijskim oblicima postojalo do 1993. godine kada su njegov rad nastavili Šumarstvo Grča d. d. Kočevje i Zavod za šume, Područna jedinica Kočevje. Od 2016. godine ulogu Šumarstva Grča preuzelo je poduzeće Slovenske državne šume.



Na području nekadašnje pilane Rog

Zaštita slovenske prirode započela je u šumama Kočevja. Šumari su prvi prepoznali potrebu za dugoročnim planskim radom. Od samih početaka planskog gospodarenja šumama na kočevskom području krajem 19. stoljeća vodilo se računa i o zaštiti posebno vrijednih šumskih područja te određenih životinjskih i biljnih vrsta. Dr. Leopold Hufnagl, upravitelj imanja Auersperg, napisao je 1892. godine u prvom planu gospodarenja šumama za Goteniško pogorje poznatu primjebdu: „Odjeljci 38 i 39 trebaju se sačuvati kao prašuma, stoga je svako korištenje ovdje zabranjeno”. Zbog toga se 1892. godina smatra početkom aktivne i planske zaštite prirodne baštine u Sloveniji. Još važnije bilo je napuštanje gospodarenja čistom sječom i uvođenje održivog gospodarenja u šumama, čime se značajno doprinijelo očuvanju šuma u kočevskom kraju i šire.

Na kočevskom području postoji šest sačuvanih ostataka prašume. Prepušteni su prirodnom razvoju bez sječe. Mrtva stabla se ne uklanjaju, šumski plodovi se ne sakupljaju, a životinje se ne uznemiravaju. Ostaci ovih prašuma isključeni su iz gospodarenja još kroz planove gospodarenja šumama za vrijeme kneza Karla Auersperga. Očuvanje tada relativno raširenih sastojina prašume bio je prioritetni zadatak očuvanja prirode za šumare u razdoblju do Drugoga svjetskog rata. Sačuvana su četiri od tadašnjih ostataka prašume: Rajhenavski Rog, Strmec, Pečka i Kopa. Nakon Drugoga svjetskog rata šumari su zaštitili i prašume Krokari i Prelesnikovu koliševku. Na području Kočevja zaštićena su 42 šumska rezervata s ukupno 1.238 ha, što predstavlja 1,3 % šumske površine. U većini rezervata obilježene su pješačke staze i postavljene informativne ploče. Područna jedinica Kočevje s partnerima postavila je i održava sedam šumskih poučnih staza.

Jama pod Krenom bila je prva postaja na ulasku u šumsko područje. To je jedna od dvije najveće masovne grobnice u Kočevskom Rogu u kojoj su pronađeni tragovi žrtava pogubljenih pripadnika poraženih vojski s područja bivše Jugoslavije na kraju Drugoga svjetskog rata. Procjenjuje se da u krškim jamama Kočevskog Roga leži oko 15.000 ljudi. Na području pod Krenom izgrađeni su Križni put, kapela u Vrtači, kapela uz špilju te su postavljeni brojni križevi.

Pilana Rog prije Prvoga svjetskog rata smatrala se najvećim i najmodernijim pogonom drvene industrije u Sloveniji. Parna pilana radila je između 1895. i 1932. godine s obustavom rada između 1914. i 1922. godine. Za potrebe pilane i prijevoz trupaca s mjesta sječe do pilane izgrađeno je 35 km uskotračne šumske željeznice, čiji su ostaci i danas vidljivi, te 30 kilometara cesta kojima se kolima prevozilo piljenu građu u dolinu. Na visoravni ispod Roga izgrađena je ukupno 31 zgrada. Vlasnik Auersperg iznajmljivao je pilanu raznim industrijalcima. Pogon je za ta vremena bio vrlo velik jer je pilana u svojim najboljim danima imala 17 kružnih pila, a pogonsko vratilo pilane bilo je dugo čak 63 m. Zbog nedostatka vode izgrađena su dva betonska bazena promjera 15 metara i dubine 7 metara, gdje se skupljala kišnica iz okolnih zgrada. Na početku rada pilane radilo je 250 radnika, a do kraja čak i do 500. U prosjeku se godišnje pililo 50.000 m³ trupaca. Većina piljenog drva koristila se za izradu ambalaže. Na prostoru pilane danas se nalazi Izviđački ekološki centar.

Prašuma Rajhenavski Rog šumski je rezervat u srcu Kočevskog Roga i prostire se na 51,14 ha. Ulazak u prašumu je zabranjen i može se doći samo do njenog ruba. Drvena zalih u prašumi stalno je oko 800 m³/ha. U prašumi se na vrlo malim površinama isprepliću različite razvojne faze, a uglavnom prevladavaju stabla bukve i smreke.

„Kraljica Roga” je najviša jela u Sloveniji s visinom od 55 m i prsnim opsegom od 5,26 m. Procijenjena starost joj je oko 500 godina.

Poljoprivredno imanje Brdник, u napuštenom selu Rajhenav, vlasništvo je Alojza Brdnika koji se bavi uzgojem bikova, krava i konja. Najviše ima goveda pasmine Limousin. Imanje je sjemenski govedarski centar za čitavu Sloveniju. Poljoprivredne površine na nadmorskoj visini od 600 do 900 metara usred kočevskih šuma sastoje se od 16 ha pašnjaka i 100 ha livada. Imanje prima i goste na piknik i kampiranje. Na imanju je za sve sudionike pripremljen domaći ručak, a nakon ručka u pratnji domaćina obišli su okolni objekti za držanje stoke.

Poslije kraćeg odmora uputili smo se prema Kočevskoj Reki. Tamo je dobrodošlicu poželjela šumarska kolegica, upraviteljica šumarice Kočevska Reka Mirjam Mikulić te prezentirala povijest i znamenitosti svoga kraja. Područje prašume Krokari s tog područja izuzetno je važno za cijelu povijest obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) jer to je bilo jedno od njenih utočišta u vrijeme ledenog doba. Nakon zatopljenja odatle se proširila po cijeloj Europi. S površinom od 74,49 ha najveća je prašuma u

Sloveniji. U prašumi nije dozvoljen ulazak kao ni bilo kakve aktivnosti. Zbog izostanka ljudske intervencije u prošlosti to se područje prirodno razvijalo i danas ima visoku biološku raznolikost. Prašuma se od 2017. godine nalazi na UNESCO-ovom popisu svjetske baštine.

Veliki dio južnog i središnjeg dijela bivše općine Kočevje proglašen je zabranjenim područjem između 1950. i 1990. godine. Područje je bilo nedostupno javnosti, a u njemu su izgrađene tajne utvrde za vrijeme Hladnog rata. Od 2017. godine za javnost je otvoren podzemni bunker Škrilj sagrađen 1957. godine, dok je okolno područje još uvijek zatvorena vojna zona. Bunker se nalazi 72 m ispod površine zemlje sa 600 m hodnika i šest podzemnih prostorija. Bunker je bio telekomunikacijski centar za objekt Gotenica. Predviđen je za smještaj 30 osoba koje bi u njemu mogle preživjeti i do 100 dana u slučaju nuklearnog napada. Bunker je izgrađen pokraj sela Škrilj. Ime sela potječe od slojeva škriļevca u okolnom području. Selo je vjerojatno osnovano prije naseljavanja kočevskih Nijemaca u 14. stoljeću. Prije izbijanja Drugoga svjetskog rata selo je imalo oko 80 stanovnika. Većina je otišla iz sela u zimu 1941. godine kada je provedena Hitlerova naredba o preseljenju kočevskih Nijemaca. Preostali stanovnici preseljeni su 1953. godine kada je započela izgradnja podzemnog objekta. Danas nema stalnih stanovnika, a Škrilj je od tada zatvoreno područje.

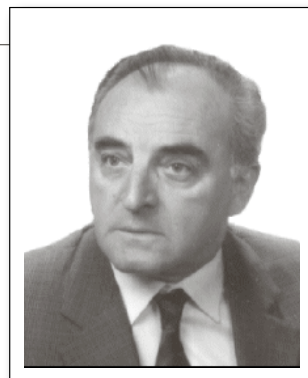
Izlaskom iz bunkera valjalo se pozdraviti i zahvaliti kolegici Janezu na sadržajnom i poučnom izletu. Povratkom u Delnice kompletan program sjednice bio je završen. Na povratku svojim kućama diljem Lijepe naše sumirali su se dojmovi doživljenog u Gorskom kotaru i Kočevju. Sljedeće okupljanje bit će na jesenskoj sjednici, a mjesto održavanja sjednice uskoro će se dogovoriti.



Uz rub prašume Rajhenavski Rog

MATE MIHANIĆ (1933. – 2025.)

Tatjana Đuričić Kuric¹



U petak, 16. svibnja u 92. godini života je blagoslovljeno i mirno u Gospodinu preminuo naš Mato Mihanić, dipl. ing. šum., dugogodišnji rukovoditelj i prvi voditelj Uprave šuma Podružnice Zagreb. Rođen je 30. srpnja 1933. godine u Josipdolu, u radničko-seljačkoj porodici od oca Valentina i majke Marije. U rodnom listu upisano mu je kao mjesto rođenja Carevo Polje, Ogulin, Hrvatska, ali u vlastitoj biografiji upisao je kao mjesto rođenja svoj voljeni Josipdol.

Osnovnu školu završio je u Josipdolu 1945., gimnaziju u Ogulinu, a srednju šumarsku školu u Karlovcu 1953. godine. Odmah po završetku srednje škole zaposlio se kao šumarski tehničar na području Ogulina gdje je radio tri godine u šumarijama Modruš, Gomirje, Josipdol i Klek. U jesen 1957. godine kao stipendist Šumskog gospodarstva Ogulin upisao je Šumarski fakultet – šumsko gospodarski odsjek, gdje je diplomirao 1962. godine. Tijekom ljeta 1958., 1959. i 1960. godine radi u šumariji Jasenak Šumskog gospodarstva Ogulin. Nakon što je diplomirao 1. kolovoza 1962., radi u Šumskom gospodarstvu Ogulin kao upravitelj šumarije, tehnički direktor i zamjenik glavnog direktora.

Godine 1973. seli u Zagreb i radi u Privrednoj komori Zagreb kao savjetnik za šumarstvo i drvnu industriju do 1977. godine. Zatim 15. listopada. 1977. postaje glavni direktor Šumskog gospodarstva Zagreb gdje ostaje i nakon reorganizacije 1985. godine, kao i nakon osamostaljenja hrvatske države i formiranja Javnog poduzeća za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj 1. siječnja 1991. pa sve do odlaska u starosnu mirovinu 1. siječnja 1997. Uza sve to čitav svoj život veliku pažnju i ljubav

posvećuje svojoj obitelji, kako supruzi Mariji Korneliji, tako i kćeri Vesni, unuci i praunuku.

I nakon umirovljenja bio je aktivan u promociji šumarske struke i pomoći mladim kolegama s obzirom na svoje veliko iskustvo u gospodarstvu i vođenju organizacije. Dugogodišnji je član Hrvatskog šumarskog društva koje mu je 1997. dodijelilo pismeno priznanje i srebrnjak „Kralj Tomislav” za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke. Također je bio i redoviti posjetitelj tzv. „Šumarskih četvrtaka” i događanja u Hrvatskom šumarskom društvu. Uz to, uvijek je ostao vezan za svoj rodni kraj u kojem je provodio svaki svoj slobodni trenutak.

Ispraćaj dragog nam i poštovanog gospodina Mate Mihanića održan je u srijedu, 21. svibnja 2025. godine u Krematoriju na Mirogoju. Od njega su se oprostili brojni suradnici, prijatelji i obitelj. Voditelj Uprave šuma Podružnice Zagreb Damir Miškulin, dipl. ing. šum., tom prigodom je, između ostalog, rekao:

„Utkao se život Mate u naše šume jer povijest naših šuma je i povijest našeg Mate. Cijeli svoj radni vijek bio je posvećen hrvatskim šumama i kao prvi voditelj Uprave šuma Podružnice Zagreb postavio je temelje na kojima i dan danas gradimo i čvrsto vjerujemo u gospodarenje našim šumama na ispravan način, upravo kako je Mato i želio i kako nas je učio. Ja koji se osjećam kao njegov učenik, a vjerujem i mnogi među vama, duboko osjećam da nas je svojim radom i svojim bogatim životnim iskustvom sve zadužio. Neka mu je laka hrvatska zemlja koju je toliko volio”.

Počivao u miru.

¹ Tatjana Đuričić Kuric, dipl. ing. šum., Hrvatske šume, UŠP Zagreb

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana koje pripadaju šumarstvu, zaštiti prirode i lovstvu. U neznanstvenom dijelu časopisa objavljuju se tekstovi o zaštiti prirode vezani uz šume, tekstovi 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 radovi moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s bitnim elementima – sažeci, ključne riječi, naslovi i podnaslovi, potpisi tablica i slika, tekstualni elementi tablica, tekstualna oprema grafikona, slika, karata – prevedenima na drugi jezik. Elementi na drugom jeziku trebaju biti u kurzivu.

Dokument treba pripremiti u formatu DOCX s jednostrukim proredom i fontom veličine 12 (oprema teksta fontom 10). Sadržaj mora biti u stilu **Normal** sa provedenom provjerom (spelling check) na jeziku na kojemu je napisan (Hrvatski ili English (UK)).

Obim članaka može biti do 15 stranica (konačno oblikovan članak). Veći radovi mogu se prihvatiti uz odobrenje urednika i recenzenata. Tablice, crteže, fotografije i karte treba uložiti u tekst na mjestima gdje pripadaju, pazeći da grafike budu u dostatnoj rezoluciji za tisak (min. 200 dpi na budućem otisnutom formatu). Molimo autore da grafikone ne umeću kao Excel umetke, već isključivo u grafičkom formatu (jpg, gif, tif). Ukoliko to nisu u mogućnosti, priloge dostatne rezolucije treba priložiti kao dodatne dokumente uz tekst također u grafičkom formatu.

Radi objave u XML formatu u znanstvenim radovima naslove prvoga reda (Uvod, Materijal i metode, Rezultati, Rasprava, Zaključci, Literatura) treba označiti stilom **Heading1**, a naslove drugog reda sa **Heading2**. Ukoliko autori povežu reference u tekstu – oblika (Autor, GOD) – sa popisom literature, osigurat ćemo i u XML objavi aktivne linkove referenci na popis literature.

Znanstveni rad mora sadržavati naslov na dva jezika (ne velikim slovima!), popis autora sa titulama i e-mail adresama, kao i njihovu afilijaciju i oznaku dopisnog autora. Također mora sadržavati sažetak iz kojega se može dobro indeksirati i sažeti rad. Taj sažetak mora sadržavati sve što je za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sažetak mora biti napisan na hrvatskom i engleskom jeziku. Na kraju sažetka valja navesti i ključne riječi, također na oba jezika.

Pravila za citiranje literature:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, GOD: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.–str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, GOD: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.–str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., GOD: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

Knjiga: Prezime, I., GOD: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistarski radovi: Prezime, I., GOD: Naslov, Disertacija, Fakultet, Grad.

(I. = prvo slovo imena; str. = stranica; GOD = godina)

Radovi se dostavljaju isključivo preko OJS sustava na adresi www.sumari.hr/sumlist/ojs

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Šumarski list (Forestry Journal) publishes scientific and expert articles in the field of forestry, i.e. all scientific branches belonging to forestry, as well as nature protection and hunting. The non-scientific part of the journal includes articles on nature protection related to forests, anniversaries, scientific and professional gatherings, books, magazines, and events in the Croatian Forestry Society.

All papers must be written in Croatian, and scientific and professional papers can be written in Croatian or English, with key elements - abstracts, keywords, titles and subtitles, captions of tables and figures, textual elements of tables, textual parts of graphs, figures, maps – translated into another language. Elements in another language should be in italics.

The document should be prepared in DOCX format with single spacing and font size 12 (additional text with font size 10). The content must be in the **Normal** style with a spelling check in the language in which it is written (Croatian or English (UK)).

The volume of articles can be up to 15 pages (finally formatted article). Larger papers may be accepted with the approval of the editor and reviewers. Tables, drawings, photos and maps should be inserted into the text in the places where they belong, making sure that the graphics are of sufficient resolution for printing (min. 200 dpi in the future printed format). We ask the authors not to insert graphs as Excel embeddings, but strictly in graphic file format (jpg, gif, tif). If they are unable to do so, attachments of sufficient resolution should be attached as additional documents to the text, also in graphic file format.

For the purpose of publication of scientific papers in XML format, the headings of the first level (Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References) should be marked with the **Heading1** style, and the headings of the second level with the **Heading2** style. If the authors link the references in the text – in the appropriate form (Author, YEAR) - with the list of references, we will provide and publish active links within the list of references in XML.

The scientific paper must contain a title in two languages (not in capital letters!), a list of authors with titles and email addresses, as well as their affiliation and designation of the corresponding author. It must also contain a summary from which the work can be well indexed and abstracted. This summary must contain everything important for the article: part of the introduction, description of the object of research, methods of work, research results, important points from the discussion and conclusions. The summary must be in Croatian and English. At the end of the summary, key words in both languages should be listed.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, YEAR: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume (number): p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, YEAR: Title of the article, In: F. Last name (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F., YEAR: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p., City of publication

Book: Last name, F., YEAR: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F., YEAR: Title, Dissertation/Master's thesis, Faculty, City)

(F. = Initials of the first name; p. = page)

Papers are submitted exclusively via the OJS system at the address www.sumari.hr/sumlist/ojs.



Slika 1. Kaki je listopadno drveće široko jajaste do kuglaste krošnje. ■ **Figure 1.** The persimmon is a deciduous tree with a broad ovoid to round crown.

Slika 3. Listovi su naizmjenični, jednostavni, eliptični ili jajasti, cijelog ruba, 6–18 cm dugački, 3–11 cm široki, peteljka je 1–2,5 cm dugačka. ■ **Figure 3.** The leaves are alternate, simple, elliptical or ovate, entire, 6–18 cm long, 3–11 cm wide, petiole 1–2.5 cm long.



Slika 2. Kora je smeđa i ljuskasto ispucala. ■ **Figure 2.** The bark is brown and scaly.

Slika 4. Bobe su kuglaste, plosnato kuglaste ili jajaste, narančaste, žute ili crvene, gole, glatke, promjera 5–7 cm (kultivari do 20 cm), na osnovi s trajnom, raširenom čaškom; dozrijevaju u listopadu i studenom, dugo ostaju na stablu. ■ **Figure 4.** The berries are subglobose, flattened-globose or ovoid, orange, yellow or red, glabrous, smooth, 5–7 cm in diameter (cultivars up to 20 cm), with persistent, spreading calyx at base; maturing in October to November, long persistent.



***Diospyros kaki* L.f. – kaki, japanska jabuka (*Ebenaceae*)**

Diospyros L. je velik rod s nekoliko stotina listopadnih ili vazdazelenih vrsta, većinom rasprostranjenih u tropskom području. Neke vrste su gospodarski vrlo značajne jer imaju vrijedno, crno ili crno isprugano, gusto, tvrdo i teško drvo (ebanovina) ili jestive plodove. Kaki, *D. kaki*, je najvažnija vrsta jestivih plodova, često uzgajana u umjerenom i subtropskom području. Listopadno je, dvodomno, entomofilno, zoohorno, spororastuće drveće, koje naraste do 12 m visoko, a potječe iz Kine. Listovi u jesen mijenjaju boju u žutu, narančastu ili crvenu što je čini lijepom ukrasnom vrstom. Cvjetovi su sitni, bijeli do žućkastobijeli, ženski pojedinačni, muški u pašticama. Plodovi su na ženskim biljkama, prije dozrijevanja su jako trpk, a zreli su mekani i jestivi. Postoje kultivari čiji plodovi nisu trpk i mogu se jesti poput jabuka.

***Diospyros kaki* L.f. – Persimmon, Japanese Persimmon, Oriental Persimmon, Kaki (*Ebenaceae*)**

The genus *Diospyros* L. is a large genus, with several hundred deciduous or evergreen species, mainly distributed in the tropics. Some species are of great economic importance, as they have very valuable, black or black striped, dense, hard and heavy timber (ebony) or edible fruits. The most important species widely cultivated in temperate and subtropical regions for its edible fruits is the persimmon, *D. kaki*. It is a deciduous, dioecious, entomophilous, zoochorous, slow-growing tree, up to 12 m in height, originating from China. The leaves turn yellow, orange or red in autumn, making it a beautiful ornamental species. The flowers are small, white to yellowish-white, female solitary, male in cymes. The fruits are only on female trees, they are very astringent until fully ripe and soft, but there are also cultivars that are not astringent and can be eaten like apples.

Tekst i fotografije: prof. dr. sc. Marilena Idžojić